Fritz Moertlbauer

Ueber den Einfluss verschiedenzeitiger Salpeterdüngung auf Ausbildung und Ertrag der Getreidepflanze.

Ueber den Einfluss verschiedenzeitiger Salpeterdüngung auf Ausbildung und Ertrag der Getreidepflanze.

Von der

K. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der Würde eines

Doktors der technischen Wissenschaften

genehmigte Dissertation.

AGAD
LAND.BAT.
BIBL.

Vorgelegt von

Fritz Moertlbauer

Landwirtschaftlich technischer Hilfsarbeiter im Bayerischen Landwirtschaftsrat.

Referent:
Geh. Hofrat Prof. Dr. Karl Kraus.

Korreferent:
Geh. Hofrat Prof. Dr. Franz v. Soxhlet.

Tag der mündlichen Prüfung:
30. Juli 1910.

München 1910.
Druck von L. Mössl, Klenzestrasse 34.

Vorliegende Arbeit wurde auf Veranlassung des Herrn Geh. Hofrates Prof. Dr. Karl Kraus, Vorstand der landwirtschaftlichen Abteilung der K. Technischen Hochschule München, ausgeführt.

Auch an dieser Stelle sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Dr. Kraus, für die liebenswürdige Unterstützung bei der Bearbeitung meiner Aufgabe, sowie das mir stets entgegengebrachte Wohlwollen meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

In gleicher Weise danke ich Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. Franz v. Soxhlet für das Entgegenkommen bei Ausführung des agrikulturchemischen Teiles der Arbeit, sowie für das mir stets bewiesene Wohlwollen.

Inhaltsverzeichnis.

	Literatur	I
	Einleitung	1
A.	Die Versuchsanstellung und der Verlauf der Versuche	3
B.	Die Wirkungen verschiedenzeitiger Salpetergaben	16
I.	Der Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf Morphologie und Anatomie des Getreidehalmes	16
	1. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Anzahl der Halmglieder	16
	2. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Längenverhältnisse der Halme	21
	3. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Dickenverhältnisse der Halme	34
	4. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände	40
II.	Der Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Längen- und Gewichtsverhältnisse der Aehren, auf die Aehrchen- und Körnerdichte	54
III.	Der Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den Ertrag an Stroh und Körnern	66
IV.	Der Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Qualität der Körnererträge	79
	1. Die Grössen und Gewichtsverhältnisse der Körner	79
	2. Die Tausendkorngewichte und der Spelzengehalt der Körner	86
	3. Die Mehlkörperstruktur und der Proteingehalt der Körner	94
C.	Zusammenfassung der Ergebnisse	110
D.	Detailtabellen	119

Literaturverzeichnis.

J. Adametz. Die Ursachen der verschiedenen Beschaffenheit des Mehlkörpers der Gerste. Allg. Brauer- und Hopfenzeitung 1888.

Beseler und Märker. Ueber den Einfluss der Aussaatstärke und der Anwendung künstlicher Düngemittel auf den Ertrag und die Zusammensetzung des Hafers. Zeitschrift des landw. Zentralvereins der Provinz Sachsen 1883.

Clausen. Wird die Gestalt der Getreidepflanzen durch die Form der Stickstoffdüngung beeinflusst? Journal für Landwirtschaft 1901.

v. Eckenbrecher. Bericht über die vom Verein „Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin" 1899 veranstelteten Stickstoffdüngungsversuche zu Gerste. Blätter für Gersten-, Hopfen- und Kartoffelbau 1900.

Guffroy. La verse des céréales. Journal d' agron. prat. 1901. Deutsche landwirtschaftliche Presse 1901.

Heine-Emersleben. Zu Beselers Ratschlägen über die Kultur des engl. Weizens. Delius, landw. Zeitschrift für die Provinz Sachsen 1887.

Hellriegel. Grundlagen des Ackerbaues 1883.

Hellriegel. Beiträge zur Stickstoffrage. Vegetationsversuche über den Stickstoffbedarf der Gerste.

Hellriegel und Wilfarth. Untersuchen über die Stickstoffernährung der Gramineen und Leguminosen. Beilageheft zur Zeitschrift für die Rübenzuckerindustrie des deutschen Reiches 1888.

Hellriegel, Wilfarth, Römer und Wimmer. Vegetationsversuche über den Kalibedarf einiger Pflanzen. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Heft 34.

Hoppenstedt. Die Kultur der schweren Bodenarten. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1895.

Horecky. Die reine Salpeterdüngung in ihrer Beziehung zur qualitativen Ausbildung des Gerstenkornes, namentlich als Brauware. Budweis 1903.

C. Kraus. Fortschritte auf dem Gebiete des Gerstenbaues und der Gerstenbeurteilung. Brauer- und Mälzerkalender 1891/93; 1893/94, 1894/95, 1896/97. 1898/99.

C. Kraus. Fortschritte auf dem Gebiete der Gerstenkultur. Brauer und Mälzerkalender 1900/01.

C. Kraus. Untersuchungen über die Reifungsverhältnisse der Gerste. Zeitschrift für das gesamte Brauwesen. 1892.

C. Kraus. Desgleichen 1894.

C. Kraus. Düngungsversuche mit schwefelsaurem Ammoniak und Chilisalpeter, Vierteljahresschrift des Bayerischen Landwirtsrates 1900.

C. Kraus. Die Gliederung des Gersten und Haferhalmes und deren Beziehungen zu den Fruchtständen. Stuttgart 1905.

C. Kraus. Die Lagerung der Getreide. Stuttgart 1908.

Lienau. Ueber den Einfluss der in den unteren Teilen der Halme von Cerealien enthaltenen Mineralstoffe auf die Lagerung des Getreides. Königsberg 1903.

Mansholt. Stickstoffernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Bremen 1895.

Nowacki, Anleitung zum Getreidebau. Berlin 1905.

Prior. Die Gerstenproteide, ihre Bedeutung für die Bewertung und ihre Beziehungen zur Glasigkeit der Gerste. Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agrikulturchemie 1908.

Remy. Ueber die Mittel, auf leichteren Böden stickstoffarme Braugerste zu erzeugen. Deutsche landw. Presse 1899.

Remy. Düngung und Züchtung als Hilfsmittel, den Braugerstenbau zu heben und auszudehnen. Berlin 1902.

v. Seelhorst. Der Einfluss der Düngung und des Wassergehaltes des Bodens auf den Bau und die Zusammensetzung der Gerstenpflanze resp. des Gerstenkornes. Journal für Landwirtschaft 1900.

v. Seelhorst und W. Freckmann. Der Einfluss des Wassergehaltes des Bodens auf die Ernten und die Ausbildung verschiedener Getreidevarietäten. Journal für Landwirtschaft 1903.

K. Meyer. Ueber den Einfluss verschieden hohen Wassergehaltes des Bodens in den einzelnen Vegetationsstadien bei verschiedener N-Düngung auf die Entwicklung des Göttinger begrannten Squareheard-Winterweizens. Göttingen. 1908.

Vageler. Untersuchungen über den anatomischen Bau des Sommerroggenhalmes auf Niederungsmoor und seine Aenderung unter dem Einflusse der Düngung. Journal für Landwirtschaft 1906.

J. Vaňha. Vegetationsversuche über den Einfluss der einzelnen Nährstoffe auf die Gestaltung und Abänderung der Werteigenschaften der Gerste. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Oesterreich 1901.

P. Wagner. Die Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1892.

P. Wagner. Der Chilisalpeter, seine Bedeutung und Anwendung als Düngemittel. Berlin 1886.

P. Wagner. Kurze Anleitung zur rationellen Stickstoffdüngung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Chilisalpeters. Berlin 1900.

P. Wagner. Felddüngungsversuche und deren Ergebnisse. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Heft 64.

P. Wagner. Darf man Braugerste mit Stickstoff düngen? Sonder-Abdruck d, landwirtschaftlichen Zentralblattes. 1904.

P. Wagner. Die Ausführung von Felddüngungsversuchen nach exakter Methode und verschiedene Fragen der Salpeter- und Ammoniaksalzdüngung. Mitteilg. d. Ver. d. landwirt. Versuchsstationen. 1904.

P. Wagner. Versuche über die Stickstoffdüngung der Kulturpflanzen. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Heft 129.

Weitz. Die Qualität der Braugerste und die Stickstoffdüngung. Berlin 1904.

Wellman. Untersuchungen über den Einfluss der Düngung auf die äusseren Wachstumserscheinungen und die Nährstoffaufnahme bei Gerste. Kiel 1897.

Einleitung.

Bekanntlich beobachtet man bei der Anwendung von Chilisalpeter bei Getreide in der Praxis recht verschiedenartige Erscheinungen, solche vorteilhafter Art, aber auch solche, welche für den Kulturzweck von Nachteil sind, wie Lagerung, Pilzbefall, Verschlechterung der chemischen Zusammensetzung der Ernteprodukte, und es hat sich gezeigt, dass die Art der Wirkung der Salpeterdüngung nicht bloss durch die verabreichte Menge, sondern auch durch die Art der Verabreichung in Bezug auf den Zeitpunkt und ob auf einmal oder in wiederholten Teilgaben zugeführt, ganz wesentlich beeinflusst wird. Hierüber wurden schon vielfach Versuche angestellt; die meisten davon, teils Felddüngungs-, teils Gefässversuche hatten die Ermittelung der Wirkungen verschiedenzeitiger Salpetergaben auf den Ertrag nach Menge und Güte, also die Ermittelung des schliesslichen Effektes der Düngung zum Ziele, dagegen enthält die Literatur Mitteilungen über Versuchsanstellungen, die über die Art der Abänderung in der Entwicklungsweise und in der äusseren und inneren Ausgestaltung der Pflanzen unter dem Einflusse verschiedenzeitiger Salpeterdüngung unterrichten sollen, nur in geringer Anzahl. Da aber die Besonderheiten im Verhalten der in verschiedener Weise mit Salpeterstickstoff ernährten Bestände und schliesslich die Menge und Güte der Ernteerträge eben mit Abänderungen der bezeichneten Art im

Zusammenhange stehen, so sind nähere Aufklärungen hierüber die Voraussetzung eines tieferen Verständnisses der unter bestimmten Bedingungen eintretenden Wirkungen verschiedenzeitiger Salpetergaben, Aufklärungen, die auch bei der Bemessung des Vorgehens in der Praxis nicht zu unterschätzen sein dürften. Schliesslich ergeben sich aus derlei Untersuchungen manche Anhaltspunkte zur entsprechenden züchterischen Beurteilung der Pflanzenformen und ihrer Abänderungen unter dem Einflusse äusserer Verhältnisse. Hiezu soll die vorliegende Arbeit, welche den Einfluss verschiedenzeitiger Salpetergaben auf die einzelnen Pflanzen sowohl in Richtung der vegetativen Ausbildung als auch jener der Aehren und Körner bei verschiedenen Getreiden verfolgte, einen Beitrag liefern. Konnten dabei einerseits manche Ergebnisse früherer Versuche bestätigt werden, so liessen sich auch Abweichungen hievon feststellen, was erweist, wie mannigfach die Wirkungen von Salpeterdüngungen je nach den begleitenden Bedingungen und auch je nach Art der Getreide ausfallen können. Auch werden die Feststellungen darüber von Interesse sein, in wieweit bestimmte nach der einen Richtung vom Standpunkte der Nutzbarkeit in vorteilhaftestem Masse mögliche Wirkungen eines bestimmten Vorgehens bei der Stickstoffernährung mit möglichst vorteilhaften Wirkungen in anderen, ebenfalls erwünschten Richtungen vereinbar sind oder nicht.

Die Versuche erstreckten sich über die Jahre 1907 und 1908. 1907 war Gerste (Goldthorpe) die Versuchspflanze; 1907/8 Winterweizen (roter Thüringer) und Sommerweizen (Strube's Grannen). Die Versuche, sämtlich Gefässversuche, wurden im landwirtschaftlichen Versuchsfelde und Laboratorium der kgl. technischen Hochschule in München durchgeführt.

A. Die Versuchsanstellung und der Verlauf der Versuche.

Als Kulturgefässe dienten cylindrische Töpfe aus Ton, welche mit einer sehr widerstandsfähigen dunkelfarbigen Feldspatglasur versehen sind und in dieser Art auch schon von anderen Versuchsanstellern verwendet wurden. Dieselben sind 27 cm hoch und besitzen 22 cm im Durchmesser; 2 cm über dem Boden sind sie mit einer durchlöcherten Scheibe versehen. Bei der Beschickung und Behandlung der Gefässe fand ganz besonders die von Hellriegel[1]) ausgearbeitete Methodik Beachtung.

Die Gefässe wurden mit je 9 kg Bodenmaterial — teils Sand teils abgesiebte Erde von der unten bei den einzelnen Versuchsreihen angegebenen Beschaffenheit — sorgfältig und gleichmässig gefüllt. Auf den Boden wurde zuerst eine etwa $1\,^1/_2$ — 2 cm starke Schicht von sauber gewaschenem groben Quarzkies gebracht, welche als Luftdrainage diente und zugleich dazu benutzt wurde, das etwas verschiedene Gewicht der Gefässe vollkommen gleich zu machen. Hierauf folgte eine doppelte Lage groben Hanfgewebes, um das Durchfallen von Bodenmaterial zu vermeiden und darauf das Bodenmaterial.

Um den Versuchssand in das Krümelgefüge zu bringen, wurde er vor dem Einfüllen in einer Porzellanschale mit etwas Wasser angefeuchtet, so dass er backte, dann wurde er unter leichtem Andrücken in die Gefässe gefüllt. Die

[1]) Hellriegel, Grundlagen des Ackerbaues.
Hellriegel, Wilfarth, Römer und Wimmer, Vegetationsversuche über den Kalibedarf einiger Pflanzen, nebst einer Einleitung: Die Methode der Sandkultur, Heft 34 d. Arbeiten der D. L. G. 1898.

letzten 2 Drittel des Sandes wurden vor dem Einfüllen ausser mit Salpeter mit den chemisch reinen Nährstoffverbindungen in Pulverform innig vermengt. Bei den Versuchen mit Erde wurde analog verfahren, nur wurde hier von einem Anfeuchten des Bodenmaterials Abstand genommen, um die bereits vorhandenen Krümel nicht zu zerstören. Nach dem Füllen wurde der Sand in sämtlichen Gefässen auf einen Feuchtigkeitsgrad von 35 % der vollen Wasserkapacität gebracht und auf dieser Höhe bis zur Ansaat gehalten.

---

1. Versuche mit Goldthorpe-Gerste (1907).

Bei diesen Versuchen wurde als Bodenmaterial ein sehr feiner tertiärer Quarzsand aus den Hohen-Bockaer-Glassandgruben verwendet. Dieser Sand besteht aus eckigen, verhältnismässig gleichmässigen Quarztrümmern von 0,2—0,4 mm Durchmesser. Bei der chemischen Untersuchung wies er nur Spuren von Stickstoff auf.

Jedes Gefäss erhielt beim Füllen folgende Grunddüngung:

10 gr $CaCO_3$
1,39768 gr KH_2PO_4
0,58824 gr KCl
0,528 gr $MgSO_4$
0,11246 gr Fe_2Cl_6.

Ausserdem im Laufe der Vegetationszeit viermal je
0,186625 gr $NaNO_3$.

Diese Stickstoffdüngung wurde allen Gefässen gleichmässig gegeben, um bei den ungedüngten Gefässen einigermassen normale Pflanzen zu erzeugen und jedesmal verabreicht, wenn die ungedüngten Pflanzen ausgeprägten Stickstoffhunger zeigten und Gefahr vorhanden war, dass einzelne Pflanzen eingingen. Die Salpetergabe wurde nach folgendem Plane und zwar in Wasser gelöst verabreicht:

Topf A_1—A_4 Ungedüngt (Abgesehen v.d.Grunddüngung).

„ A_5—A_8 Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ nach dem Auflaufen.

„ A_9—A_{12} Gedüngt jeden 4. Tag der Vegetationsprobe bis zum Beginn der Reife mit je 0,186625 gr $NaNO_3$, im ganzen $20 \times 0{,}186625 = 3{,}7325$ gr $NaNO_3$.

„ B_1—B_4 Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ bei den ersten Anzeichen der Ausbildung von Seitensprossen (28. Mai) und 1,86625 gr $NaNO_3$ nach Beendigung des Schossens (23. Juli).

„ B_5—B_8 Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ bei den ersten Anzeichen der Ausbildung von Seitensprossen (28. Mai und mit

„ B_9—B_{12} Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ bei den ersten Anzeichen der Ausbildung von Seitensprossen (28. Mai) und
1,86625 gr $NaNO_3$ bei Beginn des Austrittes der Grannenspitzen aus der Scheide (3. Juli).

„ C_1—C_4 Ungedüngt (abgesehen v. d. Grunddüngung).

„ C_5—C_8 Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ vor Beginn des Schossens (13. Juni).

„ C_9—C_{12} Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ vor Beginn des Schossens (13. Juni) und
1,86625 gr $NaNO_3$ nach Beendigung des Schossens (23. Juli).

„ D_1—D_3 Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ nach Heraustreten der Aehre (23. Juli).

„ D_4—D_6 Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ kurz vor Austreten der Grannenspitzen aus der Scheide (30. Juni).

„ E_1—E_3 Ungedüngt (abgesehen v. d. Grunddüngung).

„ E_4—E_6 Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ kurz vor Austreten der Grannenspitzen aus der Scheide (30. Juni) und mit
1,86625 gr $NaNO_3$ nach Heraustreten der Aehre (23. Juli).

Während der Vegetation wurde bei allen Gefässen durch Wägung darnach getrachtet, den Feuchtigkeitsgrad auf anfangs 40%, später 50% der vollen Wasserkapacität zu erhalten. Das Wasser wurde nur von oben zugegeben.

Die Saatkörner wurden durch Aussieben und Auslesen in möglichster Gleichmässigkeit gewonnen. Jedes Gefäss wurde mit 15 Körnern so bestellt, dass jeder Pflanze ein möglichst gleich grosser Raum zur Verfügung stand. Um eine gleichmässige Unterbringung des Saatgutes zu gewährleisten, erfolgte die Bestellung mittels Legeröhren. Wegen des verspäteten Eintritts der Frühjahrswitterung geschah die Aussaat erst am 27. April. Die Töpfe blieben vorerst im Glashause stehen. Das Auflaufen der Saat erfolgte gleichmässig in allen Gefässen bis zum 4. Mai. Am 27. Mai begannen die Pflanzen der Gefässe A_5—A_8 und A_9—A_{12} sich zu bestocken, und einige Tage darauf waren auch bei den Pflanzen der übrigen Gefässe Bestockungsprozesse sichtbar. Von nun ab wurden die Gefässe ins Freie gestellt und nur bei zu erwartendem Regenwetter oder Sturme ins Glashaus getragen. Die ungedüngten Pflanzen bestockten sich nicht und auch die gedüngten erst nach einer Salpetergabe. Am 16. Juni begann das Schossen der Haupthalme in fast allen Gefässen beinahe gleichzeitig. Am 30. Juni erschienen die Grannenspitzen und Aehren und am 23. Juli waren die Aehren bereits vollständig herausgeschoben. Die Reife begann am 15. August und erreichte ihr Ende am 24. August. Bei den Gefässen mit später Stickstoffdüngung machte sich eine kleine Verzögerung bemerkbar. Bei den gedüngten Gefässen D und E war ausgeprägte Doppelwüchsigkeit vorhanden. Die Vegetationsdauer betrug 146 Tage.

Die Pflanzen hielten sich rein von Rostpilzen, nur kurz vor der Reifezeit zeigten sich einige Blätter davon befallen, was aber nicht mehr schaden konnte. Nach dem Auflaufen zeigten sämtliche Pflanzen ein gesundes Aussehen, doch taten sich die Pflanzen der Gefässe A_5—A_{12} bald durch ihre dunklere Farbe, ihren Blattreichtum und

ihr kräftiges Aussehen hervor, während die noch ungedüngten Pflanzen am 25. Mai durch ihr helles, gelblichgrünes Aussehen, sowie ihr schwächliches Gedeihen (schmale Blätter) Stickstoffhunger anzeigten. Während sich die gedüngten Pflanzen der Gefässe A_5—A_{12} und B_1—B_{12} bis spätestens Anfang Juni zu bestocken begannen, blieben die ungedüngten Pflanzen der Gefässe C, D und E vollkommen unbestockt und traten so in das Stadium des Schossens ein. Als die Gefässe C_5—C_8 und C_9—C_{12} am 13. Juli kurz vor Beginn des Schossens gedüngt wurden, trat nach 4—5 Tagen nicht nur eine intensivere Färbung, sondern auch die Bildung von Seitensprossen ein. Diese Erscheinung zeigten sogar die so spät gedüngten Pflanzen D_4—D_6 und E_4—E_6, nur mit dem Unterschiede, dass die Seitentriebe nicht aus Knoten unter der Erdoberfläche, sondern aus einem Knoten 2—3 cm über der Erde herauskamen, da das Sprossbildungsvermögen der unterirdischen Knoten bereits erloschen war. Bei den Pflanzen D_1—D_3 trat letztere Erscheinung nur mehr ganz vereinzelt auf, das Bestockungsvermögen war fast gänzlich erloschen. Allgemein traten auch nach Stickstoffdüngung sehr starke Stützwurzeln aus dem ersten über dem Boden befindlichen Knoten hervor, besonders bei späterer Düngung.

In der Stärke der Bestockung und Gleichmässigkeit der Halme zeigten sich bei den einzelnen Düngungen ziemlich erhebliche Unterschiede. Während von den Pflanzen der Gefässe A_5—A_8 fast jede 2 Seitensprosse gebildet hatte, von denen jedoch die meisten abstarben und nur wenige zur Aehrenbildung gelangten, zeigte sich bei den Pflanzen der Gefässe A_9—A_{12}, B_1—B_4 und B_5—B_8 jeweils nur 1 Seitenspross, welcher ebenfalls nur sehr selten bis zur Entwicklung einer körnertragenden Aehre gelangte. Bei den Gefässen B_9—B_{12} und C_5—C_8 brachte fast jede Pflanze wieder 2 Seitensprosse hervor, von denen sich jeweils 1 zu einem ährentragenden Halme entwickelte; die Pflanzen der Gefässe C_9—C_{12} entwickelten ebenfalls jeweils 1 ähren- und körnertragenden Seitenspross, während

bei den Gefässen D_4—D_6 und E_4—E_6 die entwickelten Seitensprosse — bei ersteren 2, bei letzteren je 1 — bis zur Ernte nicht mehr ausreiften, sondern grün, mit tauben Aehren geerntet werden mussten.

Das Schossen trat ziemlich gleichmässig ein; dabei bestand der Unterschied, dass die gedüngten Pflanzen dickangeschwollene Knoten aufwiesen, während die ungedüngten einen schlanken Halm mit dünnen Knoten zeigten, in deren Umgebung der Halm eine bläulich-rote Färbung aufwies.

Bei den sehr spät gedüngten Gefässen D und E wurden die Aehren zum Teil nicht mehr ganz herausgeschoben, sie kamen teilweise seitlich aus der Scheide zum Vorschein und bildeten auf der Aussenseite auffallend dicke Körner, während die innere Seite der Aehre teils unfruchtbar blieb, teils taube Körner aufwies.

Die Körner und das Stroh nahmen in der Reife bei den Pflanzen aller Gefässe eine reine weisse Farbe an. Bei der Ernte wurde der Sand aufgeweicht und die Pflanzen mitsamt den Wurzeln herausgenommen, der anhaftende Sand durch einen Wasserstrahl abgespült.

---

2. Versuche mit „Rotem Thüringer Winterweizen" (1907/1908).

Zu diesen Versuchen wurde mit Rücksicht auf die Ueberwinterung der Pflanzen als Bodenmaterial ein durch ein 2 mm Sieb gesiebter Boden aus dem landwirtschaftlichen Versuchsfelde der technischen Hochschule verwendet. Der Boden ist als schwach lehmiger Sand zu bezeichnen; die davon verwendete Feinerde hatte einen Kalkgehalt von 2,201 % und einen Stickstoffgehalt von 0,1434 %, sowie (nach den Bestimmungen von Dr. Eberhart mit dem Schöne'schen Apparate) folgende mechanische Zusammensetzung:

Teilchen von 2 mm	Durchm.	—	7 mm	Geschwindigk.	14,55 %
„ gröss. 2 „	Geschwind. u. klein.	7 „		„	27,15 %
„ „ 1 „	„ „ „	2 „		„	6,70 %
„ „ 0,2 „	„ „ „	1 „		„	16,35 %
„ klein. 0,2 „	„				35,25 %
					100,00 %

Die Füllung der Gefässe erfolgte in der bereits weiter oben beschriebenen Art und Weise. Der Absorptionsfähigkeit der Feinerde wegen wurde die Düngermenge zum Teil höher genommen als in Versuchsreihe 1.

Grunddüngung pro Gefäss:

10 gr $CaCO_3$
2,3954 gr KH_2PO_4
0,7765 gr KCl
0,528 gr $MgSO_4$
0,0724 gr Fe_2Cl_6.

Eine Grunddüngung mit Salpeter war nicht nötig, da die Feinerde eine zwar geringe, aber zureichende Menge Stickstoff enthielt. Die Stoffe der Differenzdüngung wurden wieder in Lösung und zwar nach folgendem Plane verabreicht:

Topf A_1—A_4 Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ nach dem Auflaufen (17. Okt. 07).

„ A_5—A_8 Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ nach dem Auflaufen (17. Okt.) und
1,86625 gr $NaNO_3$ zur Bestockung im Frühjahr (18. April 1908).

„ A_9—A_{12} Gedüngt mit 1,2441 gr $NaNO_3$ nach dem Auflaufen (17. Okt.) und
1,2441 gr $NaNO_3$ zur Bestockung im Frühjahr (18. April) und
1,2441 gr $NaNO_3$ zu Beginn des Schossens (20. Mai).

„ B_1 - B_4 Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ zur Bestockung im Frühjahr (18. April).

„ B_5—B_8 Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ zur Bestockung im Frühjahr (18. April) und
1,86625 gr $NaNO_3$ zu Beginn des Schossens (20. Mai).

Topf B_9—B_{12} Gedüngt mit 1,2441 gr $NaNO_3$ zur Bestockung im Frühjahr (18. April) und 1,2441 gr $NaNO_3$ zu Beginn des Schossens (20. Mai) und 1,2441 gr $NaNO_3$ zur Zeit der Blüte (15. Juni).

„ C_1—C_4 Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ zu Beginn des Schossens (20. Mai).

„ C_5—C_7 Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ zu Beginn des Schossens (20. Mai) und 1,86625 gr $NaNO_3$ zur Zeit der Blüte (15. Juni).

„ D_1—D_4 Ungedüngt (abgesehen von der Grunddüngung).

Es wurde darnach getrachtet, während der Vegetationszeit bei sämtlichen Gefässen den Feuchtigkeitsgrad auf ungefähr 40% und später 50% der vollen Wasserkapacität zu erhalten; dieser Feuchtigkeitsgrad wurde fortgesetzt durch Wägung kontrolliert.

Das durch Sieben und Auslesen in möglichster Gleichmässigkeit gewonnene Saatgut wurde vorgequellt und angekeimt ausgesät. Die Aussaat geschah am 7. Oktober, und zwar wurden pro Gefäss 13 Körner angebaut. Die Unterbringung des Saatgutes geschah mittels Schablone und Legeröhre auf gleiche Entfernung und Tiefe. Das Auflaufen der Saat erfolgte gleichmässig in fast allen Gefässen am 13. Oktober. Die Pflanzen begannen bereits am 26. Oktober sich zu bestocken und zwar die gedüngten Pflanzen der Gefässe A_1—A_{12} infolge der besseren Ernährung etwas üppiger und rascher, wenn auch der Zeitunterschied nicht gross war. Die gedüngten Pflanzen überragten bald die ungedüngten an Ueppigkeit und Grösse, sowie an Stärke der Bestockung. Auch die Dicke der Seitensprossen war grösser; die Blätter waren länger, breiter und in grösserer Anzahl vorhanden. Eine dunkle saftgrüne Färbung machte sich bei ersteren bemerkbar, und zwar waren diese Unterschiede nach der Stärke der

Düngung in der Weise verschieden, dass die Gefässe A_1 - A_4 an erster Stelle waren.

Die Ueberwinterung geschah in einem ungeheizten Glashause, wobei eine direkte Bestrahlung durch die Sonne von den gefrorenen Pflanzen durch Schattendecken oder Bedeckung mit Papier ferngehalten wurde. Die Temperatur im Glashause war immer nur um ca. 2 Grade höher als aussen. Die Bodenfeuchtigkeit wurde durch Wägung geprüft und bei Tauwetter, wenn der Boden aufgetaut war, auf 40% der vollen Wasserkapazität wieder ergänzt. Während sich nun, sobald niedrige Temperatur eintrat, die ungedüngten Pflanzen dicht an den Boden anschmiegten, zeigten eie gedüngten und zwar in verschiedenem Masse je nach der Stärke der Düngung mehr das Bestreben, sich in die Höhe zu richten und in dieser aufrechten Stellung zu verweilen. Auch machten die gedüngten Pflanzen lange Zeit nicht den Eindruck, als ob die Vegetation ruhen würde, wie bei den ungedüngten. Am 20. Dezember zeigten die ungedüngten Pflanzen eine hellere Färbung und einzelne gelbe Blätter, während die gedüngten Pflanzen durch ihre Ueppigkeit und ihr saftig grünes strotzendes Aussehen auffielen.

Infolge des Ende Januar und insbesondere anfangs Februar einsetzenden abnormen täglichen Temperaturwechsels zeigten die Pflanzen am 12. Februar ein welkes, glasig-durchsichtiges und teilweise gelbes Aussehen, und zwar trat die Erscheinung wieder gemäss der Stärke der Düngung verschieden ein. Die Blätter und jungen Triebe waren teilweise abgestorben, doch waren keine ausgezogenen Pflanzen zu bemerken, wohl aber fand man im Boden bei näherer Untersuchung abgesprengte Wurzelteile. Am widerstandsfähigsten zeigten sich die noch ungedüngten Pflanzen, die sich bereits nach Eintritt besserer Witterung am 20. Februar etwas erholten, während die gedüngten immer noch gelb und welk aussahen. Bis 5. März hatten sich die ungedüngten Pflanzen sowie auch die nur mit $^1/_3$ des Gesamtstickstoffs gedüngten Pflanzen der Gefässe

A_9—A_{12} erholt. In den Gefässen A_1—A_4 und auch A_5—A_8 waren bereits mehrere Pflanzen eingegangen und in A_1—A_4 ging die Bildung neuer Blättchen und Triebe am Anfange immer noch äusserst langsam, sodass die ungedüngten Pflanzen am 10. März noch einen Vorsprung hatten. Bei der nun eingetretenen wärmeren Witterung holten jedoch die gedüngten Pflanzen infolge besserer Ernährung die ungedüngten sehr rasch ein und fielen durch ihre kräftige Bestockung und ihr saftig-grünes Aussehen bald wieder auf.

Gegen Mitte Mai war die Bestockung vollendet und am 16. Mai begann das Schossen ziemlich gleichzeitig in allen Gefässen. Am 20. Mai zeigte sich an den gedüngten Pflanzen und zwar wiederum nach der Stärke der Düngung abgestuft Befall an Mehltau (Erysiphe graminis), ohne jedoch merklichen Schaden anzurichten. Während nun die ungedüngten Pflanzen, obwohl die betreffenden Gefässe zwischen den anderen befallenen Pflanzen standen, von dem Pilze frei blieben, ging derselbe sofort auf sie über, sobald Salpeterdüngung gegeben wurde. Man sieht, dass die Behauptung, Salpeterdüngung mache die Pflanzen gegen Krankheiten empfindlicher und weniger widerstandsfähig, nicht zu Unrecht besteht, wie ja auch bekanntlich späte Düngung mit Chilisalpeter den Rostbefall ganz beträchtlich begünstigt.

In Bezug auf die Bestockung resp. die Zahl der ausgebildeten Seitensprosse und die Gleichmässigkeit der Halme zeigten sich insoferne Unterschiede, als die stärkste Bestockung bei den Herbstdüngungen erfolgte und zwar nach der Stärke der Düngung verschieden, indem A_1—A_4 3 Seitensprosse, A_5—A_8 2 Seitensprosse und A_9—A_{12} 1 Seitenspross pro Pflanze im Durchschnitt ausbildeten. Von den 3 Düngungen im Frühjahre wirkte nur mehr die Düngung mit der ganzen Gabe B_1—B_4 auf die Bildung ährentragender Seitensprosse günstig ein, indem hier pro Pflanze meist 1 Seitentrieb gebildet wurde, während bei sämtlichen übrigen Düngungen zwar Seitensprosse angelegt wurden, wegen zu geringer oder zu später Stickstoff-

zufuhr jedoch nicht zur Ausbildung gelangten. Doppelwüchsigkeit war nicht zu bemerken.

Die Blüte trat ein am 15. Juni und zwar zuerst an den Haupthalmen der bereits im Herbste oder zeitig im Frühjahr gedüngten Pflanzen. Die Reife begann am 19. Juli und am 28. Juli wurde geerntet; eine Verzögerung war nur bei den spät gedüngten Gefässen C bemerkbar. Bei den Pflanzen der Gefässe A_1—A_8 (ganze bezw. halbe Salpetergabe im Herbste) zeigte sich eine auffallende Taubheit der Aehrchen am oberen Ende der Aehren Während der ganzen Entwicklung (ausser im Winter) befanden sich die Pflanzen auf Rollwägen im Freien; nur bei Regen und sehr starkem Winde wurden sie in die einseitig offene Glashalle geschoben. Die Pflanzen hatten ein hellgelbes schönes Stroh und sehr kräftige Halme und Aehren. Die Vegetationsdauer betrug 293 Tage.

---

3. Versuche mit Strube's Sommer-Grannen-Weizen (1908).

Als Bodenmaterial wurde wegen der besseren Durchlüftbarkeit und Absorption statt des Sandes in der Versuchsreihe 1 ein aus den Quarzwerken Massenhausen stammender feiner Quarzsand mit tonigen Beimengungen verwendet. Die Füllung der Gefässe erfolgte auf die bereits oben mitgeteilte Art und Weise.

Der infolge der tonigen Beimengungen grösseren Absorptionsfähigkeit dieses Sandes wegen konnten die gleichen Düngergaben zugeführt werden wie bei Versuchsreihe 2. Jedes Gefäss erhielt folgende Grunddüngung:

10 gr $CaCO_3$
2,3954 gr KH_2PO_4
0,7765 gr KCl
0,528 gr $MgSO_4$
0,07246 gr Fe_2Cl_6 und
0,520 gr $NaNO_3$ in 2 Gaben.

Die Stoffe der Differenzdüngung wurden nach folgendem Plane verabreicht:

Topf SW_{1-4} Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ nach dem Auflaufen (29. Mai).

„ SW_{5-8} Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ nach dem Auflaufen (29. Mai) und
1,86625 gr $NaNO_3$ bei Beginn des Schossens (2. Juli).

„ SW_{9-12} Gedüngt mit 1,2441 gr $NaNO_3$ nach dem Auflaufen (29. Mai),
1,2441 gr $NaNO_3$ während der Bestockung (23. Juni) und
1,2441 gr $NaNO_3$ nach der Blüte (24. Juli).

„ SW_{13-16} Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ bei den ersten Anzeichen der Ausbildung von Seitensprossen (2. Juni) und
1,86625 gr $NaNO_3$ nach der Blüte (24. Juli).

„ SW_{17-20} Gedüngt mit 1,2441 gr $NaNO_3$ bei den ersten Anzeichen der Ausbildung von Seitensprossen (2. Juni)
1,2441 gr $NaNO_3$ bei Beginn des Schossens (2. Juli) und
1,2441 gr $NaNO_3$ nach der Blüte (24. Juli)

„ SW_{21-24} Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ bei Beginn der Blüte (16. Juli) und
1,86625 gr $NaNO_3$ nach der Blüte (16. Juli).

„ SW_{29-32} Ungedüngt.

Nachdem aus dem Originalsaatgut eine genügende Anzahl Körner ausgesiebt und ausgesucht und diese dann vorgekeimt waren, wurden am 16. Mai die Gefässe mit 13 Körnern mittels Schablone und Legeröhre gleichmässig bestellt. Das Auflaufen erfolgte am 21. Mai gleichmässig in allen Gefässen Am gleichen Tage erhielten sämtliche Gefässe 0,260 gr $NaNO_3$ in gelöster Form als erste Hälfte der

Grunddüngung mit Stickstoff. Die Pflanzen zeigten in der Folgezeit ein gleichmässiges, jedoch schwächliches Aussehen, die Blätter waren lang und schmal; eine Ausnahme hievon machten die am 29. Mai gedüngten Pflanzen, welche nicht nur bald kräftigere Blätter aufwiesen, sondern sich auch zuerst bestockten. Die Bestockung begann am 2. Juni und endete mit Schluss desselben Monats. Die gedüngten Pflanzen zeigten jetzt ein bedeutend kräftigeres Aussehen und eine intensiv dunkle Färbung. Infolge des sich stark bemerkbar machenden Stickstoffhungers der ungedüngten Pflanzen, welche durch ihr schwächliches Aussehen, dünnen Triebe und die schmalen Blätter auffielen, wurde die zweite Hälfte der Grunddüngung mit Stickstoff verabreicht. Am 3. Juli begann ziemlich gleichmässig das Schossen und am 16. Juli bereits die Blüte, welche am 24. Juli beendet war.

In Bezug auf die Bestockung und die Gleichmässigkeit der Halme ist zu bemerken, dass die Pflanzen der Gefässe SW_{1-20} zwar Seitensprosse bildeten und zwar am meisten die der Gefässe SW_{1-12}, dass jedoch in sämtlichen Gefässen nur sehr wenige Seitensprosse zu ährentragenden Halmen ausgebildet wurden, am meisten noch bei SW_{1-4} und $SW_{9\ 12}$, doch traf auch hier nicht auf jede Pflanze ein Seitenhalm. SW_{5-8} hatte zweizeitige Frucht.

Die Reife begann bei den Gefässen $SW_{1\ 20}$ am 1. September, bei den übrigen einige Tage später. Geerntet wurde am 10. September. Die Vegetationsdauer betrug 119 Tage. Die Pflanzen hatten ein gelbes Stroh (besonders $SW_{1\ 8}$) und dünne, schwache und weiche Halme. Die Pflanzen hielten sich rein von Pilzen und Schädlingen, nur die Sperlinge suchten bei der Reife einige Gefässe heim.

B. Die Wirkungen verschiedenzeitiger Salpetergaben.

I. Der Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf Morphologie und Anatomie des Getreidehalmes.

Von vorneherein konnte kein Zweifel darüber bestehen, dass die verschiedenzeitigen Düngungen auf die Wachstumserscheinungen einen weitgehenden Einfluss haben müssten. Es haben denn auch die zu verschiedenen Zeiten verabreichten Salpetergaben bestimmt charakterisierte Abänderungen in der Ausbildungsweise der Pflanzen hervorgerufen, welche mit der grösseren oder geringeren Neigung der Halme, unter dem Einflusse der Salpeterdüngung zu lagern, in Beziehung stehen. Wenn dabei die Wirkungen der einzelnen Düngung gerade nicht immer völlig gleichmässig auftraten, so ist dies auf die Individualität der einzelnen Pflanzen, die sich bei der verhältnismässig geringen Pflanzenzahl besonders geltend machen konnte, aber auch auf unvermeidliche Fehler der verschiedensten Art zurückzuführen.

---

1. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Anzahl der gestreckten Halmglieder.

Dass durch günstige äussere Vegetationsbedingungen Uebergänge von Halmen mit geringerer in solche mit grösserer Zahl gestreckter Glieder veranlasst werden können, wurde schon mehrfach festgestellt.

v. Seelhorst[1]) wies bereits 1900 nach, dass Stickstoffdüngung eine geringe Vermehrung der Internodienzahl bewirkte, und Kraus[2]) schreibt:

„Uebergänge von Halmen mit geringerer in solche mit grösserer Zahl gestreckter Glieder unter Vermehrung der Blätterzahl, vielleicht als Folge dieser Vermehrung können durch günstige äussere Verhältnisse veranlasst werden. Wenigstens nimmt die Zahl der Blätter z. B. durch Düngung zu, üppigeres Wachstum scheint sogar in erster Linie, wenn die betreffenden Einflüsse noch in die empfindliche Periode der Blattanlage fallen, die Zahl der Blätter und erst in zweiter Linie die Streckung der Internodien zu begünstigen, welche zu einer Vermehrung der Zahl gestreckter Glieder führt. Die beiden Vorgänge stehen einander aber in keiner Weise entgegen, es kann recht gut Vermehrung der Blätterzahl mit Zunahme der Zahl sich streckender Glieder verbunden sein und meistens wird dies wohl auch zutreffen; bei meinen Versuchen nahm durch Düngung sowohl die Zahl der Blätter als die Gliederzahl der Halme zu."

Bei Versuchen von Kraus mit Hafer waren in Prozenten vorhanden:

	7 gl.	6 gl.	5 gl.
Ungedüngt	15,5	61,0	23,3
Chilisalpeterdüngung	38,9	54,1	6,9

Aehnliches fand Kraus auch bei Gerste.

Die vom Verfasser angestellten Versuche ergaben folgendes:

Bei Goldthorpe-Gerste waren in Prozenten vorhanden:

	8 gl.	7 gl.	6 gl.
Ungedüngt	0	65,2	34,8
Chilisalpeter nach Auflaufen gegeben	29,5	68,2	2,3

[1]) v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1900 S. 165 u. 326; v. Selhorst, Journal für Landwirtschaft 1903 S. 253.

[2]) Kraus, Gliederung des Gersten- und Haferhalmes etc. S. 35, 46 u. 61.

bei rotem Thüringer Winterweizen:

	7 gl.	6 gl.	5 gl.
Ungedüngt (D_1—D_4)	0	77,42	22,58
Volldüngung im Herbste (A_1—A_4)	12,50	81,25	6,25
Volldüngung im Frühjahr (B_1—B_4)	25,00	65,63	9,37

bei Strubes Sommer-Grannen-Weizen

	6 gl.	5 gl.	4 gl.
Ungedüngt (SW_{29-32})	6,45	80,65	12,90
Volldüngung nach Auflaufen (SW_{1-4})	11,12	83,33	5,55

Bei allen drei Versuchen zeigte sich alo starke Vermehrung der Gliederzahl infolge der Düngung. Am deutlichsten trat dieses Anwachsen hervor bei Goldthorpe-Gerste und rotem Thüringer Winterweizen, und zwar wirkte bei letzterem die Frühjahrsdüngung intensiver in der genannten Richtung hin als die Herbstdüngung. Strubes Sommer-Grannen-Weizen zeigte zwar die gleiche Reaktion auf die Salpeterdüngung wie die beiden vorgenannten Getreide, jedoch in einem weniger hohen Grade. Auch beim Winterweizen hatte sich gegenüber der Goldthorpe-Gerste eine Erhöhung der Anzahl der gestreckten Glieder bemerkbar gemacht. Diese Erscheinung lässt darauf schliessen, dass bei der Vermehrung der Gliederzahl unter dem Einfusse günstiger äusserer Vegetationsbedingungen auch noch spezifische Erscheinungen nach Sorte und Individuum mitsprechen, eine Anschauung, welche auch bereits Kraus[1]) aussprach.

Inwiefern die Zeit der Verabreichung des Salpeterstickstoffs einen Einfluss auf die Gliederzahl ausübte, kann man aus den Versuchen mit Goldthorpe-Gerste, welche sich als sehr variabel in dieser Richtung hin erwies, deutlich ersehen. Es waren in Prozenten vorhanden:

[1]) Kraus, Die Gliederung des Gersten- und Haferhalmes etc. pag. 36.

	8 gl.	7 gl.	6 gl.
Topf A_1—A_4	0	65,2	34,8
„ A_5—A_8	29,5	68,2	2,3
„ A_9—A_{12}	9,1	90,9	0
„ B_1—B_4	43,2	54,3	2,3
„ B_5—B_8	57,7	40,0	2,3
„ B_9—B_{12}	31,1	68,9	0
„ C_4—C_8	0	63,3	36,7
„ C_9—C_{12}	2,3	45,4	52,3
„ D_1—D_3	0	54,5	45,5
„ D_4—D_6	0	48,8	51,2
„ E_4—E_6	2,3	65,9	31,8

Bei der Betrachtung dieser Resultate fällt auf, dass Salpeterdüngung nach der Bestockung verabreicht — es kommen hier die Pflanzen der Gefässe C, D und E in Betracht — so gut wie gar keine Wirkung mehr auf die Vermehrung der Zahl gestreckter Halmglieder ausübte, eher sogar im umgekehrten Sinne wirkte. Der Stickstoff wurde zu kräftigerer Ausbildung der Seitensprosse verwendet. Die Periode, in welcher eine Beeinflussung hinsichtlich der Vermehrung der Gliederzahl mittels Düngung stattfinden kann, dürfte nach den Ergebnissen der Versuche mit der Zeit vor und während der Bestockung der Pflanze zusammenfallen. Wenigstens machte sich die Wirkung des Salpeterstickstoffs hinsichtlich der Zahl der Glieder am stärksten bemerkbar bei den Pflanzen der Gefässe B_5—B_8, welche ihren gesamten Stickstoff am 27. Mai kurz vor Beginn der Bestockung, d. h. bei den ersten Anzeichen der Ausbildung von Seitensprossen, erhielten. Während nämlich die ungedüngten Gefässe 0% und die nach der Bestockung gedüngten Gefässe im günstigsten Falle nur 2,3% achtgliedrige Halme aufwiesen, hatten die Gefässe B_5—B_8 um 55,4% mehr, nämlich 57,7%. Sämtliche Pflanzen der Gefässe B_5—B_8 hatten zur Zeit der Düngung bereits das vierte Blatt entwickelt, welches eine Länge von 9—10 cm aufwies, und keine der Pflanzen war noch bestockt. Je stärkere Salpetergaben um diese Zeit verab-

reicht wurden, eine desto intensivere Vermehrung der Zahl gestreckter Glieder trat auch ein, wie ein Vergleich mit den Gefässen B_1—B_4 und B_9—B_{12} zeigt, welche zur selben Zeit nur die Hälfte des Gesamtstickstoffes erhielten und demgemäss auch eine geringere Vermehrung der Uebergänge von Halmen mit geringerer in solche mit grösserer Zahl gestreckter Glieder aufwiesen. Auch die kurz nach dem Auflaufen gedüngten Gefässe $A_5 - A_8$ zeigten eine geringere Vermehrung. Da eine Salpeterdüngung nach der Bestockung oder kurz vor dem Schossen keine Vermehrung der Gliederzahl der Halme mehr hervorrufen konnte, die intensivste Vermehrung dagegen bei einer Düngung kurz vor der Bestockung und nach Entwicklung des vierten Blattes eintrat, so lässt sich daraus schliessen, dass die Vermehrung der Zahl gestreckter Glieder infolge Düngung dadurch zu Stande kommt, dass die Pflanze in dieser kritischen Periode durch die üppigeren Ernährungsverhältnisse veranlasst wird, zu den bereits vorhandenen Blattanlagen neue zu schaffen. Es scheint also die Vermehrung der Zahl gestreckter Glieder in erster Linie auf der Vermehrung der Blatt- und Knotenanlagen infolge der Düngung zu beruhen.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich folgende **Schlüsse** ziehen:

1. Je gleichmässiger die Verhältnisse der Stickstoffzufuhr sind, eine desto höhere Gleichmässigkeit in der Gliederzahl der Halme macht sich bemerkbar.
2. Frühzeitig vor oder während der Bestockung verabreichte Salpeterdüngung befördert den Uebergang von Halmen mit geringerer in solche mit höherer Zahl gestreckter Glieder in hohem Masse.
3. Diese Vermehrung der Gliederzahl entsteht nicht durch einfache Streckung einer unteren sonst ungestreckt bleibenden Gliederanlage, sondern sie beruht in erster Linie auf der Vermehrung der Blattanlagen.

4. Nach der Bestockung verabreichte Salpeterdüngung übt auf Vermehrung der Gliederzahl nur geringen Einfluss aus, der sich auch nur mehr auf die relativ jüngsten Halme eines Stockes erstrecken kann.

---

2. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Längenverhältnisse der Halme.

Clausen[1]) hat 1901 mitgeteilt, dass mit Salpeter gedüngte Pflanzen stark verlängerte untere Halmglieder zeigten, während die oberen Halmglieder relativ kürzer geworden waren; er hat diese Erscheinung bei Winterroggen und Hafer verfolgt.

Es bestanden bei Petkuser-Roggen (die Gesamtlänge des Halmes gleich 100 angenommen) folgende relative Längen der einzelnen Internodien:

Internodium	I	II	III	IV	V
Ungedüngt	2,9	8,2	15,6	29,5	37,6
Gedüngt mit $NaNO_3$					
1 Gabe	5,3	13,1	14,8	25,8	33,9
3 Gaben	5,2	11,2	15,8	26,2	34,4

Die Verlängerung erstreckte sich hier sowohl auf das erste als auch auf das zweite Internodium, und die Verkürzung machte sich bereits beim vierten Halmgliede bemerkbar.

Hiezu ist jedoch zu bemerken, dass Clausen immer nur 5 Halmglieder anrechnete; das mit No. I versehene Glied ist also nicht immer auch in Wirklichkeit das erste Glied von unten gerechnet, wohl aber stets das fünfte Glied von der Aehre. Diese Rechnungsweise ist nach den Untersuchungen von Kraus[2]) über die Gliederung der

[1]) Clausen, Wird die Gestalt der Getreidepflanzen durch die Form der Stickstoffdüngung beeinflusst? Journal für Landwirtschaft 1901, S. 372.

[2]) Kraus, Die Gliederung des Gersten- und Haferhalmes Stuttgart 1905.

Halme, wonach immer nur Halme gleicher Ordnung oder wenigstens gleicher Gliederzahl in Vergleich zu ziehen sind nicht einwandfrei; jedoch wurden die Resultate auch anderweitig noch bestätigt.

Kraus[1]) fand ein nach den Versuchsbedingungen verschiedenes Verhältnis. Bei Versuch 1 (Standwellgerste, Drillsaat) waren die relativen Gliederlängen:

	Relative Länge der einzelnen Internodien							Summe der Längenanteile d. 2 unteren Int.
	Halmlänge	I	II	III	IV	V	VI	
Ungedüngt	659,6	2,4	5,2	11,7	16,7	27,5	36,1	7,6
Mit Chilisalpet. ged.	779,8	3,3	5,1	12,5	17,8	28,4	32,7	8,4
bei Versuch 2 mit Chevalliergerste, Drillsaat								
Ungedüngt	635,5	5,3	9,3	13,8	16,8	21,3	33,2	14,6
Mit Chilisalpet. ged.	721,3	6,2	9,0	11,5	19,0	23,7	30,3	15,2
bei Versuch 3 mit Chevalliergerste, Drillsaat								
Ungedüngt	420,9	3,9	8,1	12,9	16,0	23,7	35,1	12,0
Mit $NaNO_3$ u. Superph. ged.	647,1	3,2	8,2	13,2	15,5	24,0	35,7	11,4
Mit Chilisalpet, ged.	643,9	4,1	9,1	12,8	16,0	23,1	34,6	13,2

Die Wirkungen der Salpeterdüngung waren also in den einzelnen Versuchen verschieden. Bei Versuch 1 und 2 bestand relative Verlängerung des ersten und Verkürzung des 6. Internodiums, bei Versuch 3 nur dann, wenn die Salpeterdüngung eine einseitige war, nicht aber

[1]) Kraus, ibidem pag. 45.

im Falle der Beigabe von Superphosphat. Die Messungen lassen auch den Einfluss der Sorteneigentümlichkeiten ersehen — Standwell (zu den erectum-Formen gehörig) gegen Chevallier —, ferner zeigen sie, dass die näheren Versuchsbedingungen das Verhältnis wesentlich verschieben können. Bei Versuch 3 blieben die relativen Längen der ersten Internodien auch bei Salpeterdüngung hinter ungedüngt des Versuches 2 zurück und stand der Längenanteil des obersten Internodiums über jenen der Halme ungedüngt bei Versuch 2.

Ueber die näheren Versuchsbedingungen teilt Kraus[1]) folgendes mit:

Versuch 1 und 2 fanden auf in sehr gutem Nährstoffzustande befindlichem, feinsandigen Mergel statt. Das Wachstum war auch ohne Düngung üppig, der Stand war ein ziemlich dichter. Bei Versuch 1 war die Salpeterdüngung verhältnismässig spät gegeben (am Schlusse der Bestockung), die Wirkung war in der Region der Internodien 3 mit 5 absolut und relativ verhältnismässig stärker, als in der Region der untersten Internodien. Bei Versuch 2 wurde Chilisalpeter vor der Saat gegeben. Gleichwohl ist die relative Wirkung im Sinne der Vergrösserung bei etlichen der oberen Internodien grösser als bei den untersten. Da die Versuche Freilandskulturen waren, konnten die Wirkungen der Salpeterdüngung auch unter dem Einflusse ungleicher Versorgung mit Wasser verschieden ausfallen. In Versuch 3 waren die Verhältnisse wesentlich anders. Der Boden war ein humoser, schwachlehmiger Sand von geringer Wasserkapazität und geringem Nährstoff- (besonders Stickstoff-) Zustande. Die Halmlängen in Versuch 3 blieben denn auch ohne und mit Salpeterdüngung wesentlich hinter jenen von Versuch 2 zurück. Weiter wurde die Salpeterdüngung in 3 Gaben verabreicht ($^1/_4$ vor der Saat, $^1/_2$ während der Bestockung, $^1/_4$ mit

[1]) Kraus, Die Lagerung der Getreide, Stuttgart 1908, pag 206 u. ff.

Beginn des Schossens). Die relativen Wirkungen betrafen fast bloss das 2. Internodium; war Superphosphat beigegeben, so unterblieben besondere Wirkungen der Salpeterdüngung auf die relativen Längenverhältnisse so gut wie gänzlich.

Bei einem Versuch mit Hafer[1]) (Fichtelgebirgshafer) waren bei sechsgliedrigen Halmen die vier unteren Internodien relativ länger geworden. Superphosphatbeigabe drückte hier die Wirkungen der Salpetergabe nicht oder höchstens minimal herab.

Die nachstehend mitgeteilten Messungsergebnisse stützen sich auf die Bestimmungen der Halme von je drei Vegetationsgefässen, und zwar getrennt für die Hauptachsen nach Ordnung der Halme und Zahl ihrer Glieder. Die Längen sind durchweg in Millimetern angegeben; gemessen wurde mittels Messbandes mit Millimetereinteilung und gezählt wurde von Mitte bis Mitte des Knotens. Internodien von weniger als 10 mm Länge wurden dabei nicht berücksichtigt. Die Zählungen der Internodien gehen von unten nach oben am Halm. Es darf auch nicht unerwähnt bleiben, dass die Genauigkeit der Mittel durch den Umstand leidet, dass die Anzahl der zu den Messungen verfügbaren Halme nur eine mässige war. Da immer nur die Hauptachse gemessen wurde, so konnten im ganzen nicht mehr als 60 Halme in Betracht kommen. Diese waren aber nach der Anzahl ihrer Glieder getrennt zu behandeln, deshalb war nicht nur die Zahl der gleichgliedrigen Halme in den verschiedenen Versuchsreihen verschieden, sondern auch in einzelnen Versuchsreihen bei Sechs- und Achtgliedrigkeit so gering, (vergl. Seite 19), dass alsdann von Mittelbildungen abgesehen wurde. Kleineren Unterschieden in den Gesamtmitteln kann daher ein sicherer Wert nicht zuerkannt werden, da solche noch in die Fehlergrenzen fallen können. Diesen Verhältnissen war bei den Schlussfolgerungen Rechnung zu tragen.

[1]) Kraus, Die Gliederung des Gersten- u. Haferhalmes 1905, pag. 61.

Versuch 1 Goldthorpe-Gerste.

a. 6gliedrige Halme I. Ordnung.

Gefäss	Mittlere Halmlänge	Länge der Halmglieder I	II	III	IV	V	VI	Länge d. I. + II. Halmgl.
Unged.	514,78	32,41	48,37	70,01	67,66	127,46	167,25	80,78
C_5—C_8	540,47	33,42	41,60	56,67	71,95	131,02	204,55	75,02
C_9—C_{12}	695,79	36,32	47,04	60,42	90,87	157,07	304,90	83,36
D_2—D_3	519,58	33,30	52,33	65,98	73,87	118,91	175,25	85,63
D_4—D_9	500,58	33,65	45,21	66,40	62,81	138,77	159,57	78,86
E_5—E_6	500,47	33,73	47,40	69,23	62,30	129,43	158,16	81,13

b. 7gliedrige Halme I. Ordnung.

Gefäss	Mittlere Halmlänge mm	Länge der Halmglieder I	II	III	IV	V	VI	VII	Länge d. I. + II Halmgliedes
Unged.	518,34	16,21	36,48	51,60	67,72	65,46	126,80	153,48	52,69
A_5—A_8	764,64	23,54	41,86	77,92	96,26	98,98	180,35	246,67	65,40
A_9—A_{12}	852,53	20,81	44,47	70,27	106,72	98,56	196,65	315,85	65,28
B_1—B_3	848,31	20,18	47,33	68,93	104,73	98,15	201,16	307,84	67,51
B_5—B_8	732,53	20,53	44,40	69,17	102,13	94,70	182,37	220,73	64,93
B_9—B_{12}	804,81	19,78	42,67	67,89	107,51	98,98	178,12	283,15	62,45
C_5—C_8	519,28	15,50	32,57	42,00	57,50	68,28	133,85	169,64	48,07
C_9—C_{12}	698,59	13,59	35,90	47,91	61,44	85,49	156,64	297,60	49,49
D_1—D_3	524,90	16,82	37,28	50,62	67,27	66,83	125,35	161,07	54,10
D_4—D_6	491,30	13,40	36,00	48,80	71,00	60,10	117,20	144 80	49,40
E_5—E_6	487,50	14,47	35,19	49,15	62,62	59,55	122,12	144,40	49,60

c. 8gliedrige Halme I. Ordnung.

Gefäss	Mittlere Halmlänge	Länge der Halmglieder I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Länge d. I.+II. Halmgliedes
A_5—A_8	763,90	13,00	34,00	54,60	92,40	82,70	112,50	178,10	196,70	47,00
B_1—B_3	882,77	13,11	17,40	55,06	70,12	104,57	95,87	207,76	318,39	30,51
B_7—B_8	811,80	11,83	19,89	50,73	70,75	99,39	98,71	190,59	276,97	31,72
B_9-B_{12}	787,63	12,56	19,77	51,87	71,68	104,65	95,19	175,45	257,07	32,33

Setzt man, um die relativen Längen der einzelnen Halmglieder zu berechnen, was der grösseren Anzahl Halme wegen nur bei den 7gliedrigen geschah, die jeweiligen Gesamthalmlängen gleich 100, so ergibt sich:

Gefäss	Relative Länge der Halmglieder							Rel. Länge des I.+II. Halmgl.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Unged.	3,13	7,04	9,95	13,07	12,63	24,47	29,61	10,17
A_5—A_8	3,08	5,47	10,19	12,59	12,94	23,59	32,26	8,55
A_9—A_{12}	2,44	5,22	8,24	12,52	11,56	23,07	37,05	7,66
B_1—B_3	2,38	5,58	8,12	12,35	11,57	23,71	36,29	7,96
B_5—B_8	2,80	6,06	9,44	13,94	12,93	24,90	30,13	8,86
B_9—B_{12}	2,46	5,30	8,44	13,36	12,30	22,13	36,00	7,76
C_5—C_8	2,98	6,27	8,09	11,07	13,15	25,78	32,67	9,25
C_9—C_{12}	1,95	5,14	6,86	8,79	12,24	22,42	42,60	7,09
D_1—D_3	3,20	7,10	9,64	12,82	12,73	23,88	30,69	10,30
D_4—D_6	2,73	7,33	9,93	14,45	12,23	23,86	29,47	10,06
E_5—E_6	2,97	7,22	10,08	12,84	12,22	25,06	29,62	10,19

Die infolge der Stickstoffdüngung erreichten Längenzunahmen waren bei den 7gliedrigen Halmen viel grösser als bei den 6gliedrigen und noch mehr traf dies gegenüber den 8gliedrigen zu. Um eine solche Wirkung zu haben, mussten die Düngungen bis spätestens gegen Schluss des Schossens gegeben sein; die Wirkung war am grössten, wenn die Stickstoffzufuhr nicht nur rechtzeitig in der Jugend der Pflanze stattgefunden hatte, sondern wenn auch ausreichend Stickstoff, eventuell durch wiederholte Gabe, noch gegen den Schluss des Schossens geboten war, wenn also die Stickstoffernährung gleichmässig ausreichend in der ganzen Periode der Halmbildung war. Jene Düngungen, welche die Gliederzahl der Halme am meisten erhöht hatten, waren im allgemeinen auch jene, welche die grössten Halmlängen erzeugten. Wie die Zahlen für die Längen der ersten Glieder ersehen lassen, bestanden hiein bei den sechsgliedrigen Halmen keine besonderen

und sicheren Unterschiede, deutliche dagegen bei den sieben- und achtgliedrigen, deren Gesamtwachstum, wie oben schon erwähnt, durch die Düngungen viel mehr zugenommen hatte. Bei diesen Halmen wurde aber die Länge des I. Internodiums auch nur bei sehr zeitiger Salpetergabe wesentlich vergrössert, weniger schon, wenn sie bei den ersten Anzeichen der Ausbildung von Seitensprossen verabreicht war. Die Längenunterschiede bei den ganzen Halmen kamen fast ganz durch Verlängerung der folgenden und namentlich der obersten Glieder zu stande. Dies bewirkte, dass im Vergleich mit ungedüngt die Längenanteile der obersten Internodien viel grösser und folglich die der untersten Internodien geringer wurden als bei ungedüngt. Bei D und E, wo die sehr späten Salpetergaben nicht mehr auf das Längenwachstum einwirkten, kehrte dasselbe Verhältnis wieder wie bei ungedüngt.

Für den Vergleich mit den oben zitierten Versuchen[1]) schliessen sich alle Kulturen aus, bei denen die Salpeterdüngung ganz oder zum Teil erst sehr spät gegeben worden war und die Wirkung sich vornehmlich auf das oberste Halmglied erstreckte oder auch dieses nicht mehr beeinflusste, wie B_1—$_4$, B_9—$_{12}$, C_9—$_{12}$, D und E. Hinsichtlich der Zeit der Gabe entspricht die Düngung der Töpfe C_5—C_8 mit Salpeter ungefähr dem Versuch 1; die Düngung der Töpfe A_5—A_8 dem Versuch 2. Versuch 3 mit der dreimaligen Gabe dürfte der Reihe A_9—A_{12} zunächst kommen. Versuch 2 und 3 sind jedoch mit Chevalliergerste angestellt, einer Sorte, welche wesentlich mehr zur Verlängernng der untersten Internodien neigt als die Goldthorpe-Gerste; diese gehört gleich der Standwellgerste des Versuches 1 zu den erectum-Formen. In Versuch 1 war denn auch die relative Längenzunahme durch Salpeterdüngung nur eine geringe, wobei noch in Betracht zu ziehen ist, dass in den Topfversuchen Phosphorsäure gegeben worden war. Phosphorsäurebeigabe konnte aber

[1]) Kraus, Die Gliederung des Gersten- u. Haferhalmes, Stuttgart 1905, pag. 45.

die Salpeterwirkung herabsetzen, wie Versuch 3 erkennen lässt. Weiter war in Versuch 1 das gesamte Wachstum wegen reichlicheren Stickstoffvorrates von der ersten Jugend an viel üppiger als das in den Topfversuchen, wie sich aus den viel grösseren Längen der sechsgliedrigen Halme des Versuches 1 ersehen lässt. Endlich kommt in Betracht, dass bei Versuch 1 in Reihen gesät war, während in den Topfversuchen die Belichtung und Durchlüftung viel stärker war, was auf Kürzung der untersten Internodien hinwirken musste[1]).

Die Gefässversuche bestätigen also, dass die Wirkung der Salpeterdüngung auf das Längenwachstum der einzelnen Halmglieder nicht gerade die besondere Beförderung des Wachstums der untersten mit sich zu bringen braucht, dass sogar unter Umständen ein gegenteiliges Verhältnis eintreten kann je nach Art der Stickstoffversorgung und je nach den Zuständen, in denen sich die Pflanzen zur Zeit der Stickstoffgaben befinden. Auch ist die spezifische Wachstumsweise der Sorten von Einfluss und weiter werden Abstufungen in der Reichlichkeit der Stickstoffzufuhr Unterschiede hervorrufen; auch die begleitenden Bedingungen des Wachstums müssen dessen Verlauf wesentlich modifizieren und damit die raschere oder langsamere Streckung der aufeinanderfolgenden Internodien und ihre eigene wechselseitige Beeinflussung.

Versuch 2. Thüringer Winter-Weizen.

6gliedrige Halme I. Ordnung.

Gefäss	Mittlere Halmlänge	Länge der Halmglieder						Länge d. I. + II. Halmgl.
		I	II	III	IV	V	VI	
Unged.	714,61	26,21	51,38	72,99	76,53	131,83	355,74	77,59
A_1—A_4	752,57	25,67	56,90	75,50	98,09	172,00	324,41	82,59
A_5—A_8	963,33	27,10	62,24	105,19	137,74	217,89	413,17	89,34
A_9—A_{12}	968,79	23,23	65,37	104,55	140.82	194,55	440,27	88,60
B_1—B_3	1045,59	25,66	62,19	112.88	148,18	241,16	454,52	87,85
B_5—B_7	999,27	20,90	60,19	108,04	149.08	208,83	452,23	81,09
B_9—B_{12}	964,38	22,17	55,92	95,85	136,22	193,73	460,49	78,09
C_4—C_1	812,07	26,67	56,57	76,94	96,12	141,86	413,82	88,33
C_5—C_6	739,99	24,28	52,57	71,07	87,00	132,00	373,07	77,85

[1]) Kraus, ibidem S. 45, Vergleich von ähnlich langen Halmen aus Randreihen und aus Innenreihen.

Setzt man wieder die jeweiligen Gesamthalmlängen gleich 100, so sind die relativen Längen der einzelnen Halmglieder:

Gefäss	Relative Länge d. Halmglieder						I.+II.
	I	II	III	IV	V	VI	
Unged.	3,66	7,19	10,21	10,71	18,45	49,78	10,85
A_1—A_4	3,41	7,56	10,03	13,03	22,86	43,11	10,97
A_5—A_8	2,81	6,46	10,92	14,30	22,62	42,79	9,27
A_9—A_{12}	2,40	6,75	10,79	14,54	20,08	45,44	9,15
B_1—B_3	2,45	5,95	10,80	14,17	23,06	43,47	8,40
B_5—B_7	2,09	6,02	10,81	14,92	20,90	45,26	8,11
B_9—B_{12}	2,30	5,80	9,94	14,12	20,09	47,75	8,10
C_1—C_4	3,28	6,97	9,48	11,84	17,47	50,96	10,25
C_5—C_6	3,28	7,10	9,60	11,76	17,84	50,42	10,38

Zur Beurteilung dieser Daten ist es notwendig, auf die Bestockungsverhältnisse bei den einzelnen Düngungen sowie die Verdünnung des Bestandes während des Winters etwas näher einzugehen. Wie bereits früher erwähnt, haben die Pflanzen der Gefässe A_1—A_4 durchschnittlich je 3, die der Gefässe A_5—A_8 je 2 und diejenigen der Gefässe A_9—A_{12} und B_1—B_4 je 1 Seitenspross zur vollen Ausbildung gebracht, während in sämtlichen übrigen Gefässen fast nur Pflanzen mit einer Hauptachse geerntet wurden. Den Winter haben die im Herbste noch nicht gedüngten Pflanzen sehr gut überstanden und nur sehr selten zeigte sich im Frühjahre in einem Gefäss der Verlust einer Pflanze; bei den im Herbste mit Salpeter gedüngten Gefässen machte sich jedoch der Einfluss der grossen Temperaturschwankungen im Januar und Februar insoferne im Sinne einer Verdünnung des Bestandes geltend, als bei A_1—A_4 zusammen 16, bei A_5—A_8 21 und bei A_9—A_{12} 25 Pflanzen statt 39 im Frühjahr noch am Leben waren.

Die Stickstoffdüngung hat überall eine Verlängerung der Halme hervorgerufen, diese war am grössten bei

Stickstoffzufuhr zur Bestockung im Frühjahr; viel geringer war die Wirkung bei Verabreichung der ganzen Salpetergabe im Herbste. Hier war sie sogar noch geringer als bei Verbreichung der ganzen Gabe zu Beginn des Schossens. Die geringe Zunahme der Halmlängen bei den Pflanzen der Gefässe A_1—A_4 erklärt sich einerseits aus der stärkeren Bestockung, andererseits aber auch aus dem dünneren Bestande und der dadurch bedingten stärkeren Belichtung und Durchlüftung. Die gleichen Faktoren bedingten auch eine weniger starke absolute Zunahme der einzelnen Gliederlängen dieser Pflanzen; auch scheint zur Zeit der Entwicklung des obersten Gliedes nur mehr wenig Stickstoff zur Verfügung gestanden zu sein. Die Längenunterschiede der ganzen Halme kamen fast durchweg durch Verlängerung der vier obersten und namentlich der beiden obersten Internodien zu stande, während bei den beiden untersten der Einfluss der Salpeterdüngung sich nur am zweiten Halmgliede und zwar insbesondere bei den Herbstdüngungen und den sehr zeitigen Frühjahrsdüngungen bemerkbar machte. Die starke Verlängerung der obersten Halmglieder bewirkte, dass im Vergleich mit ungedüngt die Längenanteile der zwei vorletzten Internodien viel grösser und die der beiden untersten bedeutend geringer wurden als bei ungedüngt. Die Menge des im Herbste verabreichten Stickstoffes machte sich auch insoferne geltend, als dort, wo wenig oder gar kein Salpeter im Herbste, dagegen viel während der Bestockung im Frühjahre gegeben war, die untersten Halmglieder relativ kürzer blieben als bei ungedüngt. Je weniger Stickstoff den Pflanzen vor der Bestockung und je mehr ihnen gegen Ende der Bestockung und zu Anfang des Schossens zur Verfügung stand, eine umso stärkere relative Verlängerung des ober-Halmgliedes trat ein. Die Düngungswirkung kam erst bei den 3 oberen Internodien in Betracht. Wenn aber auch die Düngung im Frühjahre (während der Bestockung) relativ mehr auf die oberen Internodien wirkte, so ist dabei die durch die Stickstoffgabe plötzlich gesteigerte Anlage

von Seitensprossen, welche jedoch nicht mehr zur vollen Ausbildung gelangten, von Einfluss gewesen und weiter der Umstand, dass die gemessenen Achsen I. Ordnung schon im Herbste angelegt waren und wohl auch durch den schon im Herbste erreichten Entwicklungszustand ihrer untersten Internodien deren schliessliche Länge beeinflusst wurde. Ueberall geht mit einer Verlängerung des Längenanteils des obersten Internodiums eine Verkürzung des Längenanteils des vorhergehenden Hand in Hand.

Versuch 3. Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

5 gliedrige Halme I. Ordnung.

Gefäss	Mittlere Halmlänge	Länge des Halmgliedes I	II	III	IV	V	Länge d. I. + II. Halmgl.
Unged.	720,52	27,35	49,68	65,21	171,07	407,20	77,03
SO_{1-4}	779,00	34,73	75,68	101,16	189,67	377,76	110,41
SO_{5-8}	720,00	29,47	75,92	81,96	170,10	362,54	105,39
SW_{9-12}	703,94	32,22	73,21	73,16	162,50	362,85	105,43
SW_{13-16}	841,33	39,28	78,22	116,89	211,00	395,94	117,50
SW_{17-20}	775,60	32,22	78,49	111,58	190,10	363,21	110,71
SW_{21-24}	817,47	28,45	60,53	75,49	194,76	458,24	88,98
SW_{25-28}	809,68	29,44	55,93	70,19	189,94	464,18	85,37

Setzt man wieder die jeweilige Gesamthalmlänge gleich 100, so sind die relativen Längen der einzelnen Halmglieder:

Gefäss	Relative Länge der Halmglieder I	II	III	IV	V	I. + II.
Unged.	3,80	6,89	9,05	23,74	56,52	10,69
SW_{1-4}	4,46	9,71	12,99	24,35	48,49	14.17
SW_{5-8}	4,09	10,54	11,39	23,63	50,35	14,63
SW_{9-12}	4,58	10,40	10,39	23,08	51,55	14,98
SW_{13-16}	4,67	9,30	13,89	25,08	47,06	13,97
SW_{17-20}	4,15	10,12	14,39	24,51	46,83	14,27
SW_{21-24}	3,48	7,40	9,24	23 82	56.06	10,88
SW_{25-28}	3,64	6,91	8,67	23,46	57,33	10,55

Die sehr zeitigen Düngungen haben im allgemeinen keine oder keine besondere Verlängerung hervorgerufen, was mit der stärkeren Bestockung und späterem Stickstoffmangel zusammenhängen dürfte. Viel stärker waren die Wirkungen der späteren Düngungen. Dabei war der Aufbau der Halme ein verschiedener, was sich sogar auf die Halme derjenigen Düngungen erstreckte, bei denen gegen ungedüngt eine grössere Gesamtlänge nicht erreicht wurde. Im Gegensatze zu den vorigen Versuchen kamen hier die Längenunterschiede der ganzen Halme nicht allein durch Verlängerung der obersten Internodien zu stande, sondern auch die untersten Internodien hatten eine mitunter nicht unbedeutende absolute wie relative Vergrösserung erfahren. Ausgenommen hievon sind nur die beiden späten Düngungen SW_{21-24} und SW_{25-28}, welche in den unteren drei Internodien gegenüber ungedüngt keine Unterschiede aufweisen, wohl aber sehr grosse im obersten. Mit der Zunahme des obersten Halmgliedes ist fast jedesmal eine Verringerung des Längenanteils des vorhergehenden verbunden.

Fasst man die Ergebnisse vorerwähnter Versuche zusammen, so kommt man zu nachfolgenden

Resultaten:

1. Durch verschiedenzeitige Salpeterdüngung wird sowohl die Gesamthalmlänge als auch der Aufbau der Halme hinsichtlich der Länge der einzelnen Glieder alteriert.
2. Die Wirkung der Salpeterdüngung auf den Halmaufbau ist eine verschiedene nicht nur nach der Entwicklungsstufe der Pflanzen zur Zeit der Verabreichung der Düngung sondern auch nach der Art des Getreides und der Gliederzahl der Halme. Ferner hängt die Wirkung einer Salpetergabe auf die Gliederung der Halme nicht bloss ab von der Entwicklungsstufe, in der sich diese selbst befinden, sondern auch von der Entwicklungsstufe der Pflanzen im

durch die Richtung beeinflusst wird, in der die Stickstoffgabe Verwendung findet. Dazu kommen noch die begleitenden Begingungen.

3. Die Vergrösserung der Gesamthalmlänge resultierte aus einer durch die Zeit der Salpetergabe bestimmten Verlängerung verschiedener Halmglieder, wobei auch noch die in der Periode des Schossens verabreichten Düngungen sich geltend machen konnten; es wurde hiedurch das Längenwachstum des obersten Halmgliedes in besonderem Masse begünstigt.
4. Die relative Verlängerung der untersten und Verkürzung der obersten Internodien infolge Salpeterdüngung bildet keineswegs eine Regel; nur beim Sommerweizen wirkte unter den Versuchsbedingungen die Salpeterdüngung auf die unteren Internodien relativ verlängernd, auf das oberste relativ verkürzend ein. Anders verhielt es sich mit der Wirkung dieser Düngung bei Goldthorpe-Gerste und auch beim Winterweizen. Bei der Gerste hat die Düngung durchweg die Längenanteile der unteren zwei Internodien verringert sowie diejenigen des obersten Halmgliedes vergrössert und zwar je nach der Düngung verschieden stark. Beim Winterweizen verhielt es sich mit den unteren Internodien ähnlich, beim obersten Halmgliede jedoch trat ausser bei den zum Schossen gegebenen Düngungen eine nicht unbedeutende relative Verringerung ein.
5. Eine wechselseitige Beziehung zwischen dem obersten Internodium und dem darunter äusserte sich darin dass mit einer Vergrösserung des Längenanteils des obersten Halmgliedes meistens eine Verkürzung des vorhergehenden Hand in Hand ging und umgekehrt.

---

3. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Dickenverhältnisse der Halme.

Schon v. Seelhorst[1]) hat nachgewiesen, dass durch die Düngung die Halmstärke sehr bedeutend beeinflusst wird; jedesmal wenn Stickstoff in der Düngung gegeben war, war sie merklich grösser, als wenn dieser in der Düngung gefehlt hatte.

Genauere Untersuchungen darüber liegen von Kraus[2]) vor, welcher den Einfluss der Düngung auf die einzelnen Internodien für Chevalliergerste feststellte und folgende Daten erhielt:

	Dicke der Internodien					
	I	II	III	IV	V	VI
Ungedüngt	1,80	2,16	2,66	2,82	2,85	2,01
Chlisalpeter	1,71	2,30	2,71	3,10	3,19	2,16

Die Dickenzunahme durch Salpeterdüngung hatte sich in diesem Falle nicht auf das oberste Internodium erstreckt.

Für Hafer[3]) fand derselbe Autor:

	Dicke der Internodien					
	I	II	III	IV	V	VI
Ungedüngt	1,80	2,45	2,62	2,64	2,56	1,86
Chilisalpeter	2,09	2,57	2,79	2,81	2,65	1,84

Mit Ausnahme des letzten Internodiums hatten sämtliche Halmglieder infolge der Düngung eine starke Dickenzunahme aufzuweisen.

Auch in späteren Düngungsversuchen machte Kraus[4]) die Beobachtung, dass Düngung und zwar insbesondere Salpeterdüngung das Dickenwachstum der Halme sehr begünstigte. Meist wurden die Halme der Salpeterparzellen sehr mastig, im oberen Teile dick, weitröhrig mit

[1]) v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1900, S. 331 u. 332.

[2]) C. Kraus, Gliederung des Gersten- u. Haferhalmes, 1905, Seite 70.

[3]) C. Kraus, ibidem Seite 75.

[4]) C. Kraus, Die Lagerung der Getreide 1908 Seite 207 u. 210.

dünner Wandung, nach unten zu verhältnismässig dünn auslaufend. Dass die Dickenzunahme gemäss der Grösse der Salpetergabe wächst, bewies der Versuch mit Chevalliergerste Weihenstephan 1901. Es waren:

	Internodiendicke	
	I	II
Superphosphat	1,74	2,12
Chilisalpeter schwächere Gabe	1,86	2,17
Chilisalpeter stärkere Gabe	1,94	2,23

Die zeitigere Verabreichung der Salpeterdüngung hatte sich in den geringeren Dickenunterschieden der aufeinanderfolgenden Glieder geäussert.

Die nachstehend mitgeteilten Versuchsergebnisse stützen sich wieder auf Messungen von Halmen I. Ordnung von je 2 — 3 Versuchsgefässen, getrennt nach Zahl der Glieder. Die Durchmesser wurden in der Mitte der Internodien mit dem Kiessling'schen Dickenmesser bestimmt; die Zahlen bedeuten Millimeter. Die Zählungen der Internodien gehen auch hier von unten nach oben, wobei Internodien von weniger als 10 mm Länge nicht gerechnet wurden.

1. Versuch mit Goldthorpe-Gerste.

Der Einfluss der verschiedenzeitigen Düngung auf das Dickenwachstum ist aus folgenden Zahlen ersichtlich:

a.) 6 gliedrige Halme

Gefäss	Dicke der Halmglieder in mm					
Ungedüngt	1,82	2,07	2,21	2,23	2,36	1,46
C_5—C_8	1,91	2,44	2,76	3,01	3,42	2,19
C_9—C_{12}	1,94	2,51	2,91	3,20	3,40	2,24
D_2—D_3	1,82	2,07	2,21	2,23	2,30	1,39
D_4—D_6	1,93	2,13	2,28	2,29	2,64	1,74
E_5—E_6	2,00	2,16	2,34	2,42	2,54	1,50

b) 7gliedrige Halme

Gefäss	Dicke der Halmglieder in mm						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Unged.	1,54	1,94	2,14	2,21	2,26	2,38	1,46
A_5—A_8	2,60	3,13	3,75	3,78	3,88	3,80	2,25
A_9—A_{12}	2,32	2,85	3,40	3,67	3,67	3,77	2,37
B_1—B_3	2,39	2,82	3,53	3,68	3.77	3,71	2,43
B_5—B_8	2,31	2,71	3,30	3,55	3,54	3,61	2,09
B_9—B_{12}	2,34	2,76	3,47	3,65	3,72	3,85	2,35
C_5—C_8	1,42	1,83	2,27	2,52	2,77	3,15	1,80
C_9—C_{12}	1,54	1,85	2,47	2,73	3,03	3,29	2,26
D_1—D_3	1,51	1,93	2,13	2,21	2,23	2,33	1,46
D_4—D_6	1,50	1,86	2,00	2,14	2,19	2,43	1,50
E_4—E_6	1,61	1,96	2,09	2,15	2,18	2,33	1,48

Sämtliche vor und während der Bestockung gedüngten Pflanzen weisen in allen Halmgliedern eine mitunter sehr bedeutende Dickenzunahme gegenüber den später gedüngten, sowie den ungedüngten Pflanzen auf. Die Stärke der zu einer bestimmten Zeit verabreichten Düngung sowie auch der Zeitpunkt der Verabreichung selbst sind meistens in den Folgeerscheinungen deutlich erkennbar. Die weitaus stärksten untersten Halmglieder brachte die ganze Salpetergabe nach dem Auflaufen der Saat hervor, während die über die ganze Vegetationsperiode verteilte Salpetergabe der Gefässe A_9—A_{12} die gleichmässigste und regelmässigste Dickenentwicklung bewirkte. Bei den beiden geteilten Düngungen zur Bestockung bezw. während des Schossens (B_1—B_3 und B_9—B_{12}) machte sich die spätere Salpetergabe insoferne bemerkbar, als sie bei beiden Düngungen eine nicht unbedeutende Dickenzunahme des obersten Halmgliedes gegenüber der ganzen Gabe nach dem Auflaufen und derjenigen zur Bestockung bewirkte. Ein gleiches Resultat zeigte auch die über die ganze Vegetationsperiode verteilte Düngung. Die zu Beginn des Schossens verabreichte Salpeterdüngung konnte bereits

auf das Dickenwachstum der untersten drei Halmglieder gegenüber ungedüngt keinen Einfluss mehr ausüben; erst beim 4. Internodium und insbesondere den beiden folgenden machte sich eine bedeutendere Dickenzunahme bemerkbar, welche besonders bei der halbierten Düngung stark hervortrat, was darin seinen Grund hat, dass die Pflanzen am Anfange nur die Hälfte des Nährstoffes zur Verfügung hatten und daher weniger Seitensprosse bildeten, während die mit der ganzen Salpetergabe gedüngten Pflanzen auf die stärkere Düngung noch durch eine stärkere Bestockung reagierten und dann infolge dessen nicht mehr so viel Stickstoff zur Verfügung hatten, als die Pflanzen der Gefässe C_9—C_{12} als zweite Hälfte der Düngung bekamen. Sämtliche später verabreichten Salpetergaben konnten einen nennenswerten Einfluss auf das Dickenwachstum irgend eines Halmgliedes nicht mehr ausüben.

2. Versuch mit „Thüringer Winter-Weizen."

Gefäss	Dicke der Halmglieder					
	I	II	III	IV	V	VI
Unged.	2,27	2,62	2,81	2,76	3,02	2,40
A_1—A_4	2,88	2,95	3,01	3,02	3,22	2,81
A_5—A_8	3,27	3,46	3,43	3,42	3,54	3,02
A_9—A_{12}	2,97	3,25	3,49	3,66	3,69	3,25
B_1—B_3	3,21	3,26	3,22	3,34	3,60	3,07
B_5—B_7	3,02	3,33	3,47	3,64	3,66	3,16
B_9—B_{12}	2,96	3,27	3,41	3,71	3,61	3,17
C_2—C_4	2,24	2,52	2,77	3,09	3,29	2,76
C_5—C_6	2,31	2,47	2,75	3,01	3,23	2,78

Während die nach dem Auflaufen im Herbste und zur Bestockung im Frühjahre verabreichten Düngungen noch auf sämtliche Halmglieder in verstärkendem Sinne gewirkt hatten, konnte der zum Schossen verabreichte Salpeter nur mehr eine wenig wünschenswerte Dickenzunahme der obersten drei Internodien bewirken. Die durchwegs

stärksten Halme erbrachte die ganze Salpetergabe zur Bestockung im Frühjahr, während die halbierte Herbstdüngung eine sehr günstige Verdickung der untersten drei Internodien herbeiführte. Die in drei Teilen verabreichte Herbstdüngung der Gefässe A_9—A_{12} hatte zur Folge, dass infolge der späteren Verabreichung des Nährstoffes die Wirkung auf die Dickenzunahme immer mehr nach den oberen Halmgliedern zu verschoben wurde, wodurch ein gegen Lagerung weniger widerstandsfähiger Halm entsteht. Aehnlich liegen die Verhältnisse auch bei den beiden geteilten Frühjahrsdüngungen zur Bestockung, wo auch deutlich die Abhängigkeit der Stärke der Verdickung von der zur Zeit der Bestockung bis vor Beginn des Schossens verfügbaren Salpetermenge bemerkbar ist. Die während des Schossens verabreichten Salpetergaben konnten, wie bereits erwähnt, nur mehr auf das Dickenwachstum der oberen drei Internodien einen verstärkenden Einfluss ausüben.

3. Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Gefäss	Dicke der Halmglieder in mm				
	I	II	III	IV	V
Ungedüngt	1,63	1,78	1,92	2,11	1,68
SW_{1-4}	1,97	2,22	2,53	2,73	2,13
SW_{5-8}	1,91	2.17	2,37	2,70	2,05
SW_{9-12}	1,92	2,19	2,40	2,63	2,16
SW_{13-16}	1,95	2,16	2,46	2,45	1,92
SW_{17-20}	1,89	2,08	2,37	2,56	2,00
SW_{21-24}	1,57	1,77	1,93	2,25	1,89
SW_{25-28}	1,53	1,73	1,83	2,17	1,82

An sämtlichen Pflanzen, welche noch vor Beginn des Schossens, d. h. zur Zeit der Bestockung Salpeter bekamen, ist an allen Internodien eine Dickenzunahme deutlich bemerkbar. Die ganze Salpetergabe nach dem Auflaufen der Saat brachte auch hier die stärksten Halme hervor.

Deutlich ist auch hier wieder die Tendenz bemerkbar, dass auf das Dickenwachstum der unteren Halmglieder die vor der Bestockung verfügbare Menge Stickstoff den Ausschlag gibt. Der Einfluss der späteren Verabreichung der Düngung auf die stärkere Verdickung der oberen Halmglieder macht sich hier in nicht so augenfälliger Weise bemerkbar wie beim Winterweizen. Die vor Beginn der Blüte gegebenen Salpeterdüngungen der Gefässe $SW_{21\ 28}$ bewirkten noch eine wenn auch nur geringfügige Dickenzunahme des obersten Internodiums.

Fasst man die Ergebnisse vorerwähnter Versuche zusammen, so ergeben sich folgende

Resultate:

1. Durch die verschiedenzeitigen Salpeterdüngungen wurden die Dickenverhältnisse der Halmglieder in verschiedener Weise beeinflusst.
2. Das Dickenwachstum der Halmglieder ist direkt abhängig von der Grösse der Salpetergabe und der Zeit ihrer Verabreichung; für das Dickenwachstum der unteren Internodien ist die vor der Bestockung oder spätestens zur Zeit der Anlage der Seitensprossen verfügbare Menge Stickstoff ausschlaggebend.
3. Jede noch vor dem Schossen verabreichte Salpetergabe hatte noch eine Vergrösserung der Halmdicke sämtlicher Internodien zur Folge.
4. Jede nach Beginn oder während des Schossens verabreichte Salpeterdüngung hatte nur mehr eine Dikkenzunahme der mittleren resp. oberen Internodien zur Folge und zwar in der Weise, dass mit der späteren Zeit der Verabreichung des Nährstoffes auch desto später entwickelte, d. h. obere Internodien eine Dickenzunahme erfuhren.
5. Sehr frühe Salpeterdüngungen, insbesondere Herbstdüngung bei Wintergetreide, bewirkten eine Dickenzunahme des obersten Halmgliedes gegenüber dem untersten Internodium nicht.

4. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände.

Dass durch die Stickstoffernährung die Beschaffenheit der Halme und damit der mechanische Wert derselben beeinflusst wird, haben bereits ältere Autoren beobachtet[1]). Genauere mikroskopische Untersuchungen an Getreidehalmen hat Guffroy[2]) angestellt. Er fand an Querschnitten durch die Mitte des zweiten Internodiums, dass bei Nitratstickstoffdüngung der Sklerenchymring aus einer grösseren Zahl von Zellschichten bestand und dadurch breiter war als bei ungedüngten Halmen, dass die Verdikkung der Membranen der etwas weiter gewordenen Sklerenchymfasern mittelstark, das nach innen sich anschliessende Parenchym dickwandiger wurde als bei ungedüngt, dass dagegen bei Phosphorsäuredüngung bei ähnlicher Breite des Ringes die Fasern bedeutend dickwandiger waren und ebenso die Zellen des Grundparenchyms als bei der Düngung mit Stickstoff Stickstoffdüngung hatte zwar die Breite des Sklerenchymringes und die Membrandicke der übrigen Elemente vergrössert, aber auch die Lumina der Zellen waren grösser geworden.

In den Versuchen von Lienau[3]) begünstigte starke Stickstoffdüngung die Schwächung der Zellwände und die Ausbildung von Zellen mit weiterem Lumen und damit die Entstehung weniger dichter Gewebe ganz besonders, während starke Phosphorsäuredüngung auf die gegenteiligen Ausbildungsweisen hinwirkte. Reiche Stickstoffdüngung setzte die Verdichtung der Gewebe herab.

---

[1]) Literatur bei C. Kraus, die Lagerung der Getreide, 1908, Seite 178 fg.

[2]) Guffroy, la verse des céréales, Journ. d'agron. prat. 1901. Deutsche landw. Presse 1901 No. 11.

[3]) Lienau, Ueber den Einfluss der in den unteren Teilen der Halme von Cerealien enthaltenen Mineralstoffe auf die Lagerung des Getreides 1903.

Vageler[1]) ermittelte bei Sommerroggen, dass die Dicke der Halmwandung bei alleiniger Düngung mit Stickstoff gegenüber ungedüngt vergrössert wurde. Stickstoff sei indifferent gegenüber der Ausbildung der Gefässbündel, verringere dagegen die Menge des Hypoderms, speziell der unteren Internodien, wodurch die Festigkeit des Halmes leidet, besonders im Zusammenhang mit der durch die Stickstoffdüngung bewirkten Bildung einer grossen Chlorophylemenge in den unteren Halmteilen und Verringerung der Gesamtzellwandmenge. Auch Vageler bestätigte sonach eine die Ausbildung des Sklerenchyms vermindernde Wirkung der Stickstoffdüngung.

Kraus[2]) bemerkt hiezu:

„Es wäre übel für die Pflanze und auch für die praktischen Zwecke der Düngung bestellt, wenn der durch intensivere Ernährung hervorgerufene Gleichgewichtszustand nur unter Störung des mechanischen Ebenmasses zu stande kommen könnte. Die Pflanze hat aber das Vermögen, unter dem Einflusse der reicheren Ernährung und entsprechend den grösseren Beanspruchungen bei dem stärkeren Wachstum auch entsprechend mechanisch zu erstarken, sie erzeugt stärkere Halmanlagen mit stärkerer Bewurzelung, die Halmglieder werden dicker, in den Wandungen können sich die Festigungselemente vermehren usw., kurz es kann das mechanische Ebenmass, auch wenn in einzelnen Punkten Schwächungen unvermeidlich sind, durch Verstärkungen in anderen Punkten vollkommen erhalten bleiben. Und dieser Einfluss der vollkommenen Ernährung auf die Erzeugung standfester Pflanzen geht naturgemäss schon auf die erste Jugend der Pflanzen zurück, in der die Anlage und erste Ausbildung der Halme und Wurzeln stattfindet. Erhält die Pflanze die erforderlichen Nährstoffe nicht rechtzeitig und so, wie sie deren in den betreffenden Entwicklungszuständen bedarf, so können der

[1]) Vageler, Journal für Landwirtschaft, 1906, Seite 1.
[2]) Kraus, Die Lagerung der Getreide 1908 Seite 194.

späteren Standfestigkeit ungünstige, irreparable Zustände eingeleitet werden. Die Zeit der Verabreichung von Düngungen ist daher auch mit Rücksicht auf die Standfestigkeit wichtig."

Bei einem Versuche mit Chevalliergerste, Weihenstephan 1901 fand derselbe Autor[1]), dass:

1. durch die Salpeterdüngung das periphere Parenchym an Breite zunahm, indem die Zahl der peripheren Parenchymlagen zunahm, ihre Zellumina sich erweiterten, während die Membrandicken abnahmen;
2. in der Breite der Sklerenchymringe mässige Unterschiede im Sinne der Abnahme durch die Salpeterdüngung bestanden;
3. bei den Salpeterhalmen allgemein deutlich die Neigung zu stärkerem parenchymatischen Wachstum, weiterem Lumen der Zellen und geringerer Membrandicke hervortrat.

Nachstehend mitgeteilte Bestimmungen wurden an Thüringer Winterweizen ausgeführt. Die zur Untersuchung verwendeten Halme wurden 24 Stunden in Wasser eingeweicht. Es wurden nur Querschnitte von sechsgliedrigen Halmen gemacht und diese sämtlich im 1. und 5. Internodium und innerhalb dieser im mittleren Drittel geführt. Die Schnitte wurden mit Chlorzinkjodlösung gefärbt und in Glycerin gelegt, die Messungen mit einem Zeiss'schen Okularmikrometer und einem Mikroskope bei 78facher Vergrösserung vorgenommen, und die abgelesenen Zahlen (Zehntelsmillimeter) in die Tabellen eingetragen. Was die Bezeichnung der auf dem Querschnitte erkennbaren Gewebeformen anlangt, so habe ich mich der von C. Kraus[2]) angewandten angeschlossen, der folgendermassen schreibt:

„Das erste gestreckte Internodium hat unterhalb der Epidermis eine meist zwei-, zuweilen auch mehrschichtige Lage von Parenchym, dann folgt der Sklerenchymring mit

[1]) C. Kraus, Die Lagerung der Getreide 1908, Seite 212.

[2]) C. Kraus, Die Lagerung der Getreide 1908, Seite 48. Ueber die Schwankungen im Bau des ersten Internodiums Seite 53 ff.

eingelagerten, kleineren Gefässbündeln, dann schliesst sich Parenchym mit grösseren Gefässbündeln an. Die Zellen des Parenchyms werden nach einwärts zu unter Abnahme der Membrandicke weitlumiger. Bei den folgenden Internodien tritt das periphere Parenchym stark zurück, dafür legt sich der Sklerenchymring der Epidermis an."

Es wurden folgende Gewebe gemessen:

1. Dicke der Epidermis
2. Dicke des äusseren oder peripheren Parenchyms, soweit vorhanden und eine vollständige Lage bildend.
3. Dicke des Sklerenchymringes
4. Dicke des inneren Parenchyms oder der Markzellen.
5. Dicke der gesamten Halmwandung.

Die Messungen wurden für jede Art der Düngung an 10 Halmen vorgenommen. Für jeden Halm resp. für jedes jeweilige Halmglied wurde aus einer grösseren Anzahl von Messungen die Durchschnittszahl für jede der obenbezeichneten Gewebeformen berechnet und in die Detailtabellen eingetragen; aus diesen 10 Werten wurde wiederum der Durchschnitt für die Halme des ganzen Gefässes berechnet. Die untersuchten Internodien waren teils oberirdisch teils unterirdisch. Die Wandstärken wurden durch Addition der einzelnen Gewebeformen der Halmwand ermittelt.

a.) Die Wandstärke und die Dicken der einzelnen Gewebeformen des ersten Internodiums.

Gefäss	Mittl. Dicke des Int. mm	Epidermis	Aeuss. Parenchym	Sklerenchym	Inn. Parenchym	Wandstärke
A_2	2,88	0,27	—	2,36	8,43	11,06
A_6	3,27	0,22	—	1,78	8,91	10,91
A_{10}	2,97	0,23	0,78	1,39	8,57	10,97
B_4	3,21	0,22	0,73	1,27	9,58	11,80
B_5	3,02	0,24	—	1,68	10,68	12,60
		0,23	0,80	1,52	10.26	12,81
B_{10}	2,96	0,24	—	1,84	9,82	11,90
		0,23	0,48	1,40	11,12	13,23
C_1	2,24	0,20	—	1,56	7,93	9,69
		0,20	0,53	1,33	8,93	10,99
C_7	2,31	0,20	—	1,52	9,62	11.34
		0,20	0,80	1,34	11,52	13,86
D_1	2,27	0,21	—	1,33	8,23	9,77
		0,25	0,82	1,25	7,25	9,57

Die Wandstärke hat mit Ausnahme von C infolge der Stickstoffdüngungen durchgehends bedeutend gegenüber ungedüngt zugenommen, doch je nach Art der Düngung in verschiedenem Masse. Die grössten Wandstärken weisen fast überall die Halme der drei Frühjahrsdüngungen auf, während die Halme der drei Herbstdüngungen im allgemeinen um ähnliche Stärken schwanken wie die zu Beginn des Schossens gedüngten Halme der Gefässe C_1 und C_7. Die geringsten Wandstärken hatten (bis auf die Ausnahme bei C_1) die ungedüngten Halme.

Unterschiede bestehen ferner bezüglich der Dicke der einzelnen Gewebeformen der Halmwand unter dem Einflusse der Salpeterdüngung. In Bezug auf die Dicke der Epidermis heben sich nur die Pflanzen mit der ganzen Salpetergabe im Herbste durch besondere Grösse ab, am niedrigsten stehen die Dicken bei den zu Beginn des Schossens gedüngten; die anderen befinden sich dazwischen.

Hinsichtlich des äusseren Parenchyms bestehen grosse Schwankungen von gänzlicher Unterdrückung bis zu guter Ausbildung. Dabei ist beachtenswert, dass da, wo bei Halmen verschiedener Gefässe mit gleicher Düngung Abweichungen vorhanden sind, ein deutlicher Gegensatz der Dimensionen dieses Parenchyms und jener des Sklerenchymrings vorhanden ist. Bei diesem Verhältnis ist übrigens zum Teil der Umstand beteiligt, dass, wenn das periphere Parenchym keine vollständige Lage bildete, die davon vorhandenen Zellen in der Dicke des Sklerenchymringes mitbestimmt sind. In diesen Fällen ist das Parenchym dickwandig und deshalb mechanisch in höherem Masse wirksam.

Bei der in drei Teilen verabreichten Frühjahrsdüngung des Gefässes B_{10} waren die Zellen des Parenchyms mittelstark und die Zellumina ziemlich gross. Diesen Halmen schliessen sich jene des Gefässes C_1 mit der ganzen Salpetergabe zu Beginn des Schossens an, deren

Parenchymzellen ziemlich dickwandig waren. Bezüglich der anderen Arten der Stickstoffernährung ist zu bemerken, dass die Membranen bei den ungedüngten Halmen am dickwandigsten waren und von wenig grossem Lumen, während die Düngungen im Frühjahr bedeutend weitlumigere, dünnwandigere Zellen erzeugt hatten.

Eine überraschende Zunahme infolge der Salpeterdüngungen ist bei dem Sklerenchymringe bei fast allen Düngungen zu konstatieren und zwar überall da, wo die Ausbildung einer vollständigen Lage von peripherem Parenchym unterblieben war, aber meistens auch dann, wenn eine Lage solchen Parenchyms sich vorfand. Am weitaus günstigsten hat hier die ganze Gabe im Herbste gewirkt, welche nicht nur die absolut grösste Stärke des Sklerenchyms, sondern auch äusserst dickwandige Zellen mit sehr stark verkleinertem Lumen hervorbrachte, was für die Standfestigkeit von hohem Vorteile ist. Die halbierte Herbst- und Frühjahrsdüngung des Gefässes A_6 hat ebenso wie diejenige von A_{10} die Ausbildung äusserst dickwandiger, englumiger verholzter Zellen begünstigst. Von den drei Frühjahrsdüngungen haben die beiden geteilten die Stärke des Sklerenchymringes erhöht gegenüber der ganzen Gabe im Frühjahr, deren Halme in Bezug auf die Dicke des Sklerenchyms den ungedüngten kaum voraus sind. Eine (sehr geringe) Abnahme der Zellwandstärken und Vergrösserung der Zelllumina ist bei sämtlichen im Frühjahre gedüngten Pflanzen zu konstatieren. Eine kleine Dickenzunahme des Sklerenchyms erbrachten auch noch die beiden zu Beginn des Schossens verabreichten Düngungen sowohl im Vergleich der Halme mit wie jener ohne peripheres Parenchym; die Sklerenchymzellen waren ungefähr von gleicher Beschaffenheit wie jene der Frühjahrsdüngungen. Eine Schwächung der Zellen des peripheren Parenchyms war meist auch mit einer Schwächung der Zellmembranen des Sklerenchyms verbunden und umgekehrt.

Das innere Parenchym hat infolge der Düngung eine mitunter sehr bedeutende Dickenzunahme erfahren. Wenig

Einfluss hatte hier die ganze oder teilweise Salpetergabe im Herbste. Die grösste Zunahme weisen die Halme der Frühjahrsdüngungen auf, sowie die zu Beginn des Schossens gedüngten; die Zellmembranen waren hier sehr dünn, die Lumina der Zellen stark vergrössert.

Ein etwas verändertes Bild zeigt sich, sobald man die jeweilige Wandstärke —100 setzt und so die relative Dicke der einzelnen Gewebeformen bekommt[1]).

Gefäss	Epidermis	Auess. Parenchym	Sklerenchym	Inn. Parenchym
A_2	2,442	—	21,338	76,220
A_6	2,015	—	16,315	81,670
A_{10}	2,097	7,110	12,671	78,122
B_4	1,864	6,186	10,762	81,188
B_8	1,905	—	13,333	84,762
	1,795	6,245	11,866	80,094
B_{10}	2,017	—	15,468	82,520
	1,739	3,628	10,583	84,050
C_1	2,064	—	16,099	81,837
	1,820	4,823	12,102	81.255
C_7	1,764	—	13,404	84,832
	1,443	5,772	9,668	83,117
D_1	2,149	—	13,613	84,238
	3,612	8,568	13,062	75,758

Der Dickenanteil der Epidermis wurde mit Ausnahme der ganzen Salpetergabe im Herbste bei sämtlichen Gefässen infolge der Salpeterdüngung verringert. Was das periphere Parenchym anlangt, so war sein Anteil bei den ungedüngten Halmen am grössten; es war also infolge der Düngung gleichfalls eine relative Verringerung eingetreten und zwar scheinen insbesondere spät verabreichte Düngungen in dieser Richtung hin mehr zu wirken als

[1]) Ueber das Verhältnis zwischen Dicke der Halmwandungen und anatomischen Bau vergl. C. Kraus, die Lagerung der Getreide 1908 Seite 51.

frühere. Beim Dickenanteil des Sklerenchyms war dagegen bei ganzer und halbierter Düngung im Herbste (letztenfalls soweit die halbe Gabe im Herbste verabreicht worden war, Gefäss A_6) eine bedeutende relative Vergrösserung infolge der Düngung eingetreten. Die Folge der späteren Düngung war meist eine geringe Verminderung des Sklerenchyms, wenn man die Halme mit durchlaufendem peripheren Parenchym vergleicht; lässt man diese jedoch beiseite und betrachtet nur die anderen, so ist mitunter eine kleine Steigerung bemerkbar und zwar bei den Düngungen zur Zeit der Bestockung. Je später also Salpeter verabreicht wurde, desto mehr wirkte er auf relative Verminderung des Sklerenchymanteiles und zwar zu Gunsten des Innenparenchyms.

b. Wandstärke und Dicken der einzelnen Gewebeformen des V. Internodiums.

Die Wandstärke wurde hier ebenso wie bei den vorigen Internodien gefunden, nur mit dem Unterschiede, dass hier das im Querschnitt bündelförmig auftretende Chlorophyllparenchym vernachlässigt, die Wandstärke also zwischen je zwei solcher Chlorophyllparenchymstränge nach den einzelnen Gewebeformen gemessen wurde.

Gefäss	Mittl. Dicke d. Int. mm	Epidermis	Sklerenchym	Inn. Parenchym	Wandstärke
A_2	3,22	0,17	1,37	4,36	5,90
A_6	3,54	0,10	0,94	5,26	6,30
A_{10}	3,69	0,10	0,97	4,50	5,57
B_4	3,60	0,11	0,94	5,10	6,15
B_8	3,66	0,10	0,95	4,82	5,87
B_{10}	3,61	0,10	0,69	4,71	5,40
C_1	3,29	0,10	0,64	4,70	5,44
C_7	3,23	0,10	0,87	5,30	6,27
D_1	3,02	0,11	0,80	4,08	4,99

Die Wandstärke hat bei sämtlichen Düngungen verschieden, überall jedoch bedeutend zugenommen. Am

grössten war die Zunahme bei halbierter Herbstdüngung und halbierter Düngung zum Schossen, bei beiden jedoch durch Dickenzunahme verschiedener Gewebeformen hervorgerufen, nämlich bei A_6 durch Verdickung des Sklerenchyms und bei C_7 durch Zunahme des inneren Parenchyms. Die geringste Zunahme der Wandstärke weisen C_1 und B_{10} auf. Reichliche Salpeterdüngung vor oder während der Bestockung beeinflusste demnach das Dickenwachstum der Halmwände der V. Internodien am meisten.

In der Epidermisdicke war im allgemeinen kein Unterschied bemerkbar, nur bei A_2 war wie beim 1. Internodium eine Dickenzunahme zu konstatieren. Das Sklerenchym wurde gegenüber ungedüngt auffallend bei der ganzen Salpetergabe im Herbste und ziemlich bedeutend bei beiden geteilten Herbstdüngungen, sowie bei ganzer und halbierter Düngung im Frühjahre vermehrt, während die in drei Teile geteilte Frühjahrsdüngung sowie die ganze Gabe zum Schossen eine Verminderung des Sklerenchyms bewirkten. Die geteilte Düngung zum Schossen brachte eine sehr geringe Vergrösserung der Sklerenchymdicke hervor, doch waren die Zellwände ziemlich dünnwandig. Auch das innere Parenchym hat verschieden nach Düngungsart zugenommen. Sehr bedeutende Zunahmen wiesen halbierte Herbstdüngung (A_6) ganze Gabe im Frühjahre (B_4) sowie halbierte Düngung zum Schossen (C_7) auf. Bei sämtlichen anderen Düngungen waren die Unterschiede geringer.

Was die Dicke der Zellmembranen anlangt, so zeichnete sich gegenüber ungedüngt durch sehr dickwandiges Sklerenchym insbesondere A_2, A_6, B_4 und B_8 aus, während A_{10}, B_{10}, C_1 und C_7, Gefässe mit späteren Salpetergaben, durch teils weitlumige Zellen und dünne Membranen auffielen.

Der Dickenanteil der einzelnen Gewebeformen im Querschnitte war folgender:

Gefäss	Epidermis	Sklerenchym	Inn. Parenchym
A_2	2,880	23,220	73,900
A_6	1,587	14,920	83,493
A_{10}	1,795	17,415	80,790
B_4	1,789	15,285	82,926
B_8	1,704	16,184	82,112
B_{10}	1,818	12,546	85,636
C_1	1,838	11,764	86,398
C_7	1,595	13,875	84,530
D_1	2,204	16,032	81,764

Bei den Halmen des Gefässes A_2 hat der Dickenanteil der Epidermis gegen ungedüngt etwas, der des Sklerenchyms bedeutend zugenommen, während bei allen anderen Gefässen mit Ausnahme von A_{10} und B_8 eine mitunter sehr bedeutende Abnahme der relativen Stärke des Sklerenchyms zu verzeichnen ist zu Gunsten des inneren Parenchyms.

Zum Verständnis der Wirkungen der Salpeterdüngungen auf den anatomischen Bau der Halme in den soeben besprochenem Versuchen im Verhältnis zu den S. 42 berichteten Ergebnissen ist darauf hinzuweisen, dass die Gefässversuche die Wirkungen der Düngungen im Vergleich mit schwach mit Stickstoff versorgten Pflanzen zeigen, die anderen Versuche dagegen die Wirkungen bei Kulturen, welche auch ohne besondere Stickstoffdüngung sehr kräftig wuchsen und durch die Stickstoffgabe zu allzu üppigem mastigen Wachstum gebracht wurden. Die Längen und Dicken der ungedüngten Weizenhalme waren verhältnismässig kurz und dünn und auch bei der stärkstwirkenden Düngung erreichten sie nur mässige Dimensionen. Ferner ist darauf hinzuweisen, dass es die Herbstdüngungen des Weizens waren, welche die beste Wirkung auf den anatomischen Bau im Sinne der Verfestigung aus-

ausgeübt haben, während es sich bei obenerwähnten Versuchen um Sommergetreide (Gerste) handelte; weiter kommen sortenweise Unterschiede im anatomischen Bau und im Reaktionsvermögen in Betracht.

Immerhin aber lassen sich Uebereinstimmungen mit den Ergebnissen dieser Versuche darin erkennen, dass im ersten Internodium die reichere Stickstoffernährung im Frühjahre (volle Gabe am 18. April, Gefäss B_4) das Parenchymwachstum unter Herabdrückung der Zellwanddicke und mit Erweiterung der Lumina besonders gefördert hat, dass ferner der Sklerenchymring gegen ungedüngt absolut so gut wie keine Verstärkung und relativ eine Abnahme erfahren hat. Auch waren die Sklerenchymzellen unter einiger Einbusse an der Membranstärke etwas weiter geworden.

Bei den anderen Stickstoffdüngungen hat aber Salpeterdüngung, anstatt die mechanische Beschaffenheit in Bezug auf den anatomischen Bau herabzusetzen, diese vielmehr verbessert, es sind Halme mit dickeren Wänden und in diesen mit stärkerem Sklerenchymring entstanden[1]) mit verschiedenem Masse der Verbesserung je nach Art der Düngung.

Die vorliegenden Untersuchungen bestätigen, dass die Salpeterdüngung einen wesentlichen Einfluss auf den anatomischen Bau der Halme ausübt, sie erweisen aber auch, dass diese Wirkungen je nach der Zeit der Verabreichung mit Bezug auf die Entwicklungsstufe der Pflanzen verschieden sind und auch nach den Mengen, die in den einzelnen Entwicklungsstufen zugeführt werden, dass ferner diese Wirkungen durchaus nicht etwa anatomische Schwächungen zur Folge haben müssen, dass sie im Gegenteil auch anatomische Verstärkungen hervorrufen können.

Wenn wir vom Standpunkte des mechanischen Wertes weniger belangreichen Einzelheiten in den anatomischen Verhältnissen — manche davon werden je nach den be-

[1]) Vergl. hiezu C. Kraus, Lagerung des Getreide, Abschnitt b „Der Einfluss der Nährstoffe Seite 177 u. ff. und Versuche S. 202 u. ff.

gleitenden Bedingungen schwanken, die den Wachstumsverlauf beeinflussen und die Richtung verschieben, in der ein bestimmtes Quantum zugeführten Stickstoffs gerade Verwendung findet — absehen, so lassen sich zunächst für das erste Internodium folgende **Sätze** aufstellen:

1. Salpeterdüngung hat, wenn zeitig genug (spätestens vor Beginn des Schossens) verabreicht, das Dickenwachstum des ersten Internodiums gefördert (vergl. S. 39.)
2. Diese Verstärkung des Dickenwachstums war mit einer Zunahme der Wandstärke verbunden, besonders bei den Frühjahrsdüngungen.
3. Der Zunahme der Wandstärke entsprach eine Zunahme der Stärke des Sklerenchymringes, hauptsächlich wenn die Salpetergabe frühzeitig genug erfolgt war. Diese Zunahme war weitaus am grössten bei der Stickstoffgabe im Herbste; bei voller Gabe zeitig im Frühjahr (während der Bestockung) unterblieb sie, bei geteilter Frühjahrsdüngung, also bei schwächerer Stickstoffzufuhr in der Bestockungszeit, war sie wieder vorhanden. Dabei waren die Sklerenchymzellen bei der ganzen und bei halbierter Herbstdüngung besonders englumig und dickwandig, bei den Frühjahrsdüngungen neigten sie zu weitem Lumen und dünnen Wänden. Die gleichen Aenderungen zeigten bei den Frühjahrsdüngungen auch die Zellen des inneren Parenchyms.
4. Unter dem Einflusse der Herbstdüngungen hat auch der prozentische Anteil des Sklerenchyms am Wandquerschnitte sich vergrössert, was im allgemeinen nicht oder nur wenig bei den späteren Düngungen der Fall war, oder es traten alsdann selbst relative Verminderungen ein. Hinsichtlich der Wirkung der Herbstdüngungen ist übrigens beizufügen, dass die Pflanzen der betreffenden Gefässe über Winter an Zahl beträchtlich abgenommen haben, sodass also

der Einfluss der Bestandesänderung zu dem der Düngung hinzugekommen ist.

Die Dicke des fünften Internodiums hat durch Salpeterdüngung ebenfalls zugenommen und zwar besonders unter dem Einflusse der Frühjahrsdüngungen, auch die Wandstärke hat sich vergrössert, ebenso die Dicke des Sklerenchymringes, namentlich bei der Düngung mit der ganzen Gabe im Herbste, sie hat aber abgenommen, wenn die Düngungen sehr weit hinausgeschoben waren, also besonders zur Zeit der Entwicklung der oberen Internodien zur Wirksamkeit kamen. Der prozentische Anteil des Sklerenchyms an der Halmwandung hat unter dem Einflusse der ganzen Herbstdüngung zugenommen, unter dem der späteren Düngungen abgenommen, bei den übrigen blieb er annähernd unverändert.

Aus Obigem ergibt sich, dass bei den Versuchspflanzen genaue Beziehungen zwischen den Wirkungen der Salpeterdüngungen einerseits und der Standfestigkeit der Halme andererseits vorhanden waren. Soweit hiebei der mechanische Wert der Halme allein massgebend ist, waren die Wirkungen am besten bei der vollen Herbstdüngung: Die Dickenzunahme der untersten Glieder mit der gleichzeitigen Zunahme der Wandstärke und der Verstärkung des Sklerenchymringes musste die Standfestigkeit erhöhen. Zwar wurden bei der vollen Gabe im Herbste noch nicht die grössten Gliederdicken erreicht, die anatomische Verfestigung war aber dabei weitaus am grössten, während bei der vollen Gabe zeitig im Frühjahre (in der Zeit der Bestockung) die mechanische Ausbildung sogar eine mechanische Schwächung erlitten hat. Man erkennt hieraus die Bedeutung der richtigen Stickstoffernährung in der ersten Jugend der Pflanzen für die Lagersicherheit. Bei der Gerste und beim Sommerweizen war es die ausreichende Stickstoffgabe in der ersten Jugend der Pflanzen, welche die grössten Dicken der untersten Glieder erzeugt hat,

diese Dicke ist aber von grosser Bedeutung für die Tragfähigkeit der Halme [1]).

„Auf die Ausbildung kräftiger Anlagen zur Sicherung der Aufrechthaltung der heranwachsenden und der ausgewachsenen Halme ist das allergrösste Gewicht zu legen; die äusseren Ursachen, welche den erst viel später hervortretenden Mangel an Standfestigkeit hervorgerufen haben, können schon lange vor Beginn des Längenwachstums der Halme, schon in der ersten Zeit der Entwicklung der Pflanzen, gewirkt haben, wie denn die Unterschiede im Halmbau und in der Wandstärke schon lange vor dem Schossen, von der Anlage her, vorbereitet sind. So können bei Wintergetreide die Ursachen zu geringer Standfestigkeit der Halme schon auf die Herbstentwicklung zurückgehen. Anderseits können aber auch gerade die Anlagen der Herbstsprosse viel kräftiger werden, als die der Frühjahrssprosse". [2])

Dazu kommt weiter, dass die Halme bei der vollen Stickstoffgabe zeitig im Frühjahre die grösste Länge erreicht haben, bei ihnen also die Anforderungen an die Biegungsfestigkeit der Halmbasis am grössten waren.

Natürlich kann nicht behauptet werden, dass etwa in allen Fällen zeitige Frühjahrsdüngung mit Salpeter im Vergleich mit Herbstdüngung die gleichen schwächenden Folgen haben müsste, da der Sachverhalt sich je nach den näheren Bedingungen verschieden stellen kann. Das aber dürfte aus den Versuchen unzweifelhaft hervorgehen, dass die Ernährungsweise und namentlich auch die Stickstoffversorgung in der ersten Jugend, also in der Zeit der ersten Ausbildung der Halmanlagen, für die absoluten und relativen Eigenschaften der Standfestigkeit und damit für die Entstehung von Halmen möglichster Lagersicherheit von grösster Bedeutung ist.

---

[1]) C. Kraus, Die Lagerung der Getreide 1908, S. 159.

[2]) C. Kraus, Die Lagerung der Getreide 1908, Seite 103

II. Der Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Längen- und Gewichtsverhältnisse der Aehren, auf die Aehrchen- und Körnerdichte.

Dass die Ernährung und insbesondere diejenige mit Stickstoff auf die Ausbildung und Beschaffenheit der Aehre einen grossen Einfluss ausübt, ist bekannt und auch mehrfach durch Versuche nachgewiesen. Wellmann[1]) fand bei Gerste, dass Stickstoff das Aehrengewicht im Verhältnis zum Strohgewicht herabdrücke. Auf den Körnergehalt der Aehren und die Eigenschaften der Körner vermochte bei den Versuchen dieses Autors keine Düngung irgend welchen Einfluss auszuüben.

Clausen[2]) wies nach, dass die Länge der Aehren infolge Stickstoffdüngung zunehme, die Aehren selbst jedoch mit Körnern verschieden besetzt sind, je nach der Düngung und Art des Nährstoffes. Bei Hafer fand er nicht nur eine Steigerung der Länge der Rispe unter dem Einflusse von Stickstoff, sondern auch der Zahl der Aehrchen pro Rispe, wie folgende Zahlen zeigen:

	Länge der Rispe mm	Zahl der Aehrchen	Auf 1 cm kommen Aehrchen
Hafer ungedüngt . .	108,75	7,0	0,645
„ mit Salpeter ged.	145,50	14,65	0,994

[1]) A. Wellmann, Untersuchungen über den Einfluss der Düngung auf die äusseren Wachstumserscheinungen u. die Nährstoffaufnahme bei Gerste. Kiel 1897.

[2]) Dr. Clausen, Wird die Gestalt der Getreidepflanzen durch die Form der Stickstoffdüngung beeinflusst? Journal für Landwirtschaft 1901.

Vaňha[1]) hat folgende Resultate erhalten: Zufuhr der Stickstoffnahrung hatte bei den Versuchen die Zahl der Aehren sehr bedeutend vermehrt; mit der Steigerung der Zahl der Aehren, hielt auch das Gesamtgewicht der Aehren gleichen Schritt: es erhöhte sich umso mehr, je stärker die Stickstoffdüngung war. Auf das Gewicht der einzelnen Aehren übte vermehrte Stickstoffzufuhr nur wenig Einfluss aus; auch die Länge der Aehre wurde nur wenig beeinflusst, sodass die kleinen Differenzen keinen sicheren Schluss zuliessen. Dagegen wies genannter Verfasser nach, dass die Gerste desto kürzere aber zahlreichere Halme erzeuge und die Aehrenlänge einen grösseren Prozentsatz von der Halmenlänge bildete, je mehr die Stickstoffdüngung gesteigert wurde. Eine Aenderung der Aehrchendichte unter dem Einflusse der Ernährung konnte nicht konstatiert werden.

v. Seelhorst[2]) fand, dass Düngung auf die Aehrenlänge ganz denselben Einfluss ausübe, wie auf die Halmstärke. Bei den Versuchen verlängerte Stickstoffdüngung die Aehre jedesmal in ganz bedeutender Weise. Auch konstatierte er eine Zunahme des Besatzes der Aehre durch Stickstoffdüngung, dagegen eine Vermehrung des Aehrchenabstandes infolge der stärkeren Verlängerung der Aehrenspindel. Stickstoffdüngung hatte bei den Versuchen im Durchschnitt die Anzahl der unfruchtbaren Aehrchen etwas herabgesetzt. Der vorteilhafte Einfluss der Stickstoffdüngung auf das Gewicht der Aehren war unverkennbar und trat insbesondere bei hohem Wassergehalte des Bodens hervor.

Nachstehend mitgeteilte Zahlen sind wiederum Durchschnittszahlen der Resultate von je drei Versuchen. Die Länge der Aehre bedeutet dabei die Länge der Aehrenspindel. Die Dichte der Aehrchen D bedeutet wie üblich

---

[1]) J. Vaňha, Zeitschrift für das landw. Versuchswesen in. Oesterreich 1901.

[2]) v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1900 S. 335—340

die Anzahl der Aehrchen einer Aehre bezogen auf 100 mm Spindellänge, die Körnerdichte d die Zahl der ausgebildeten Körner pro 100 mm Spindellänge.

1. Goldthorpe-Gerste

Gefäss	6 gliedrige Halme		7 gliedrige Halme		8 gliedrige Halme	
	Aehren-länge mm	Aehren-gew. gr	Aehren-länge mm	Aehren-gew. gr	Aehren-länge mm	Aehren-gew. gr
Unged.	37,42	0,428	35,85	0,403	—	—
A_5—A_8	70,00	1,147	73,65	1,304	71,46	1,228
A_9—A_{12}	—	—	72,92	1,351	67,63	1,259
B_1—B_4	70,00	1,553	69,67	1,313	68,81	1,324
B_5—B_8	64,00	0,975	69,23	1,074	68,60	1,126
B_9—B_{12}	—	—	66,99	1,354	66,29	1,329
C_5—C_8	56,05	0,913	50,70	0,806	—	—
C_9—C_{12}	59,80	1,055	57,87	1,066	59,00	1,055
D_1—D_3	37,77	0,455	37,47	0,477	—	—
D_4—D_6	42,27	0,375	38,22	0,270	—	—
E_4—E_6	39,59	0,273	37,57	0,307	32,00	0,200

In gleicher Weise wie bei den Halmen wirkte die Salpeterdüngung sehr eingreifend auf die Gestaltung der Aehre und ihrer Teile. Durchweg hat die Düngung eine Zunahme der Aehrenlänge bewirkt, welche jedoch je nach der Zeit der Verabreichung sehr verschieden gross ist. Deutlich übte eine sehr zeitige Ernährung mit Stickstoff auf die Ausbildung der Länge der Aehre den grössten Einfluss aus, was sich aus der frühzeitigen Anlage der Aehre leicht erklären lässt. [1]) So hatte die absolut längsten

[1]) Vergl. hiezu C. Kraus, Lagerung der Getreide S. 69 sowie v. Proskowetz, Landw. Jahrbücher 1893 S. 629.

Aehren die ganze Salpetergabe nach Auflaufen der Saat erbracht; ihnen folgen die Aehren der Gefässe A_9—A_{12}, deren Pflanzen ihre Stickstoffnahrung alle 4 Tage zugemessen bekamen. Die Aehren der in der Mehrzahl befindlichen 7 gliedrigen Halme dieser Gefässe sind mehr als doppelt so lange als diejenigen der ungedüngten Pflanzen und auch länger als die Aehren der Pflanzen, welche ihren Stickstoff entweder ganz oder geteilt zu Beginn der Bestockung verabreicht bekamen. Bedeutend geringer ist die Zunahme der Aehrenlänge bei den Gefässen C_5 C_8 und C_9 - C_{12}, deren Pflanzen erst zu Beginn des Schossens Salpeter bekamen, zu einer Zeit also, als die Aehre bereits weitgehend vorgebildet war. Alle späteren Düngungen hatten auf das Längenwachstum der Aehren keinen, oder fast keinen Einfluss mehr. Je später also die Stickstoffnahrung den Pflanzen verabreicht wurde, desto geringer war die Zunahme der Aehrenlänge.

Etwas anders zeigen sich jedoch die Verhältnisse bei der Betrachtung der Aehrengewichte. Hier machte sich insbesondere auch der Einfluss geteilter Salpetergaben geltend, deren erster Teil zur Ausbildung der Aehre selbst und deren zweiter Teil zur Ausbildung der Körner beitrug. Dem entsprechend stehen die Aehrengewichte der Gefässe B_1 — B_4 (sechsgliedrige Halme), deren Pflanzen die eine Hälfte des Stickstoffs zu Beginn der Bestockung und die andere Hälfte nach Beendigung des Schossens erhielten, unter allen Düngungen an der Spitze und ihnen folgen die Aehrengewichte der Gefässe B_9 — B_{12} und A_9 A_{12}, deren Pflanzen die eine Hälfte des Stickstoffs zu Beginn der Bestockung und die andere bei Beginn des Austritts der Grannenspitzen bezw. alle 4 Tage Stickstoff zugeteilt bekamen. Aehnlich hohe Aehrengewichte hat auch die ganze Salpetergabe nach Auflaufen der Saat hervorgebracht. Bedeutend weniger gut in dieser Richtung hin hat die ganze Salpetergabe zu Beginn der Bestockung in den Gefässen B_5 — B_8 gewirkt, was darin seinen Grund findet,

dass auf die starke Düngung hin die Pflanzen mit einer intensiven Bestockung einsetzten, mehr Halme und damit mehr, aber kleinere, respektive geringere Aehren anlegten.

Die ganze Salpetergabe, sowie die geteilte Düngung zu Beginn des Schossens konnten infolge der so spät verabreichten Stickstoffnahrung nur mehr kürzere Aehren und damit natürlich auch wieder nur geringere Aehrengewichte erzeugen, doch hat auch hier die geteilte Düngung bei C_9 — C_{12} verhältnismässig günstigere Resultate gezeitigt, wahrscheinlich aus ähnlichen Gründen wie bei den Düngungen zur Bestockung. Auch die verabreichte absolute Stickstoffmenge bezw. die pro ährentragenden Halm (nicht Pflanze) zur Verfügung stehende Menge Salpeter war von Belang, wie die beiden Düngungen C_5 — C_8 und C_9 — C_{12} beweisen, von denen C_5 — C_8 meist 2, jedoch nur einen ährentragenden, C_9 — C_{12} meist 1 ährentragenden Seitenspross hatte. Dieser Umstand mag auch zum grossen Teile die geringere Aehrenlänge und das geringere Aehrengewicht gegenüber den früheren Düngungen, bei denen jedoch nur der Haupthalm zur Aehrenbildung gelangte, bewirkt haben.

Während bei D_1—D_3 (Düngung nach Heraustreten der Aehre) eine sehr geringe Steigerung der Aehrengewichte gegenüber ungedüngt noch eintrat, hatten sämtliche übrigen Düngungen dasselbe nicht mehr zu erhöhen vermocht, sondern eher noch herabgedrückt, indem die Aehren der sehr spät gedüngten Pflanzen meist in der Scheide stecken blieben, teilweise auf einer Seite dieser heraustraten und nur eine Reihe Körner ausbildeten. Höchste Aehrengewichte wurden nur dann erzielt, wenn Stickstoff sowohl zur Ausbildung der Aehre, also bei Beginn der Bestockung, als auch zur Ausbildung der Körner, das ist gegen Ende des Schossens, in genügender Menge vorhanden war; eine Erfahrung, welche sich die Praxis durch Teilung der Düngung zu Nutze macht.

2. Thüringer Winterweizen.

Gefäss	Aehrenlänge mm	Aehrchenzahl	Aehrengew. gr.	Körnerzahl	D	d
Ungedüngt	58,7	14	1,30	20	22,1	33,6
A_1—A_4	100,6	22	2,61	46	22,1	45,1
A_5—A_8	99,5	24	2,35	42	24,1	42,5
A_9—A_{12}	100,7	22	2,55	43	22,0	42,6
B_1—B_4	94,3	21	2,39	39	22,6	42,0
B_5—B_8	97,1	19	2,43	42	19,8	43,2
B_9—B_{12}	99,8	20	3,20	45	20,0	45,7
C_2—C_4	90,9	16	2,62	35	18,0	39,2
C_5—C_6	88,2	16	2,29	39	18,7	43,9

Bezüglich der Pflanzen in den Gefässen A_1—A_4, A_5—A_8 und A_9—A_{12} ist auf die im Winter eingetretene beträchtliche Bestandesverdünnung (Seite 29) hinzuweisen. welche zur besonderen Kräftigung der verbleibenden Pflanzen auch ohne Stickstoffwirkung veranlassen, bezw. die Wirkung der Stickstoffgabe im Frühjahr verstärken musste.

Unzweifelhaft ist aber die Zunahme der Aehrenlänge bei den anderen Düngungen im Vergleich mit ungedüngt eine reine Stickstoffwirkung, und zwar war diese grösser bei den zeitigeren als bei den späteren Gaben. Die längsten Aehren erzielte die in drei Teilen verabreichte Frühjahrsdüngung der Gefässe B_9—B_{12}, während die halbierte Frühjahrsdüngung und noch mehr die volle Gabe in dieser Richtung hin etwas zurückstehen; die Erklärung hiefür liegt darin, dass die Pflanzen B_9—B_{12} infolge der zur Zeit der Bestockung vorhandenen geringeren Stickstoffmenge sich auch weniger bestockten als die Pflanzen der Gefässe B_5—B_8 und insbesondere von B_1—B_4 und infolge dessen auch weniger aber dafür grössere Aehren produzierten; auch scheint sowohl bei B_5—B_8 als auch bei B_9—B_{12} die Aehre selbst sich infolge der späteren Salpetergabe

noch etwas gestreckt zu haben, wie die geringere Aehrchendichte zeigt. Die zu Beginn des Schossens verabreichten beiden Düngungen haben gleichfalls noch eine bedeutende Zunahme der Aehrenlänge gegenüber ungedüngt bewirkt, doch blieb sie gegenüber den früheren Düngungen bedeutend zurück. Wenn man bei beiden Düngungen sowie bei ungedüngt D = Aehrchendichte vergleicht, so sieht man auch deutlich, dass diese Zunahme der Aehrenlänge zu einem grossen Teile auf einer Streckung der Aehrenspindel infolge der Salpeterdüngung beruht; die grössere Salpetergabe zum Schossen bewirkte auch eine grössere Längenzunahme. Deutlich trat auch hier beim Wintergetreide die Erscheinung hervor, dass die Zunahme der Aehrenlänge umso geringer wird, je später den Pflanzen die Stickstoffnahrung verabreicht wurde.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei den Aehrengewichten. Die Gewichte der Aehren aus den Gefässen A_1—A_{12} sind als das Produkt von geringerer Pflanzenzahl und Stickstoffdüngung ausser Betracht zu lassen. Im Uebrigen ist aber ebenso wie bei den Aehrenlängen durchwegs eine sehr bedeutende Steigerung infolge der Düngung zu konstatieren; ähnlich wie bei Gerste machte sich der Einfluss späterer Salpetergaben ganz besonders bemerkbar. Die weitaus schwersten Aehren brachte die in drei Teilen verabreichte Frühjahrsdüngung der Gefässe B_9—B_{12} hervor, was seinen Grund in dem zur Zeit der Blüte verabreichten Stickstoff hat, welcher einen sehr hohen Prozentsatz 4 — 5 körniger Aehrchen und damit sehr hohe Körnerdichten hervorbrachte. Sodann folgt im Aehrengewicht die Düngung mit der ganzen Gabe zu Beginn des Schossens. Die Gewichtszunahme der Aehren dieser Düngungsweise beruhte hauptsächlich auf der Ausbildung grosser und schwerer Körner. Eine etwas geringere Gewichtszunahme weisen die ganze und halbierte Düngung im Frühjahre sowie die halbierte Düngung zum Schossen auf; bei letzterer macht sich allerdings bereits die bedeutend geringere Aehrenlänge und dadurch bedingte geringere

Körnerzahl geltend, obwohl die Körnerdichte die zweithöchste ist. Auch hier zeigt sich wieder die Erscheinung, dass Aehrenlänge und Aehrengewicht zwar nicht immer Hand in Hand gehen, letzteres aber doch in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnisse von ersterem steht, indem höchste Aehrengewichte eben nur dann erzielt werden können, wenn durch zeitige Düngung dafür Sorge getragen wurde, dass den Pflanzen zur Anlage und zur Ausbildung möglichst langer Aehren genügend Stickstoff zur Verfügung steht und diese langen Aehren durch spätere Düngungen zur Zeit des Schossens resp. der Blüte in den Stand gesetzt werden, möglichst viele und grosse, wohl ausgebildete Körner zu produzieren.

Entgegen den Befunden Vanhas konnte nachgewiesen werden, dass infolge Stickstoffdüngung recht wohl eine Aenderung der Aehrchendichte eintreten kann, indem sehr frühzeitig verabreichte Düngungen ($A_1 - A_4$ und $A_5 - A_8$) dieselbe etwas erhöhten, während späte Düngungen infolge ihrer Wirkung auf die Streckung der Aehrenspindel eine nicht unbedeutende Erniedrigung herbeiführten, welche sich am stärksten bei der ganzen Gabe zum Schossen bemerkbar machte. Sonst zeigten sich allerdings nur geringe Unterschiede

Die Körnerdichte d wurde durch die Stickstoffdüngung und die Zeit ihrer Verabreichung sehr bedeutend beeinflusst, indem bei sämtlichen Düngungen eine bedeutende Erhöhung derselben konstatiert werden konnte. Diese Aenderungen in der Körnerdichte sind hauptsächlich durch zwei Momente bedingt, nämlich erstens durch die Anzahl tauber Aehrchen und zweitens durch die Anzahl ausgebildeter Körner pro Aehrchen. Betrachtet man die erhaltenen Resultate, so fallen sofort die trotz Erniedrigung der Aehrchendichten so hohen Körnerdichten der Gefässe $B_5 - B_8$, $B_9 - B_{12}$ und $C_5 - C_6$ auf; diese Dichten haben ebensowie bei $C_2 - C_4$ ihren Grund in der Vielkörnigkeit der einzelnen Aehrchen, und diese ist durch die zur Zeit des Schossens oder der Blüte verabreichten Salpetergaben

mitbedingt. Im Gegensatze zu den Aehren dieser Gefässe stehen die Körnerdichten der Aehren der früh gedüngten Gefässe B_1—B_4, welche bei hohen Aehrchendichten verhältnismässig wenig hohe Körnerdichten aufweisen; in diesen Gefässen waren die Aehrchen der Spitzen der Aehren sowie die untersten 4 bis 6 Aehrchen meist taub, auch trat die Vielkörnigkeit der Aehrchen selbst etwas zurück. da die Aehren zur Ausbildung so vieler Körner nicht mehr so viel Stickstoff zur Verfügung hatte, als bei später Düngung, welche wie z. B. bei B_9—B_{12}, in den einzelnen Aehrchen fast durchgehends 4 ausgebildete Körner entstehen liess. Auch wurde im allgemeinen beobachtet, dass die Zahl unfruchtbarer Aehrchen insbesondere durch spätere Düngungen herabgesetzt wurde, eine Erfahrung, worüber bereits von Seelhorst in der eingangs erwähnten Arbeit berichtete.

3. Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Gefäss	Aehrenlänge mm	Aehrchenzahl	Aehrengew. gr	Körnerzahl	D	d
Ungedüngt	57,06	12,8	0,67	11,4	22,44	19,96
SW_{1-4}	82,63	15,3	1,26	21,9	18,48	26,54
SW_{5-8}	86,15	15,4	1,18	21,3	17.88	24,74
SW_{9-12}	77,27	14,5	0,94	18,7	18,80	23,72
SW_{13-16}	77,59	14,7	1,16	18.3	19,01	23,50
SW_{17-20}	81,42	15,1	1,21	20,4	18,55	25,05
SW_{21-24}	59,61	12,9	0,94	13,2	21,69	22,11
SW_{25-28}	56,52	12,7	0,85	12,1	22,53	21,35

Bei sämtlichen noch bis zum Beginn des Schossens verabreichten Düngungen (SW_{1-20}) trat eine bedeutende Zunahme der Aehrenlänge ein. Am wirksamsten zeigten sich auch hier wieder die frühesten Düngungen nach dem Auflaufen der Saat, SW_{1-4} und SW_{5-8}, welch letztere Gefässe auch noch zu Beginn des Schossens gedüngt wurden. Weniger intensiv wirkte die in drei Teile geteilte Düngung

der Gefässe SW_{9-12}, da die Pflanzen zur Anlage der Aehren weniger Stickstoff zur Verfügung hatten, und der nach der Blüte verabreichte Salpeter keinen Einfluss mehr auf die Aehrenlänge ausüben konnte. Dass die Aehrenlänge abhängig ist von der bis vor Beginn des Schossens zur Verfügung stehenden Menge an Stickstoff, ersieht man deutlich aus den Gefässen $SW_{14\ 16}$ und $SW_{17\ 20}$; erstere hatten nur die Hälfte des Gesamtstickstoffs bis zum Schossen zur Verfügung und produzierten Aehren von einer durchschnittlichen Länge von 77,6 mm, während den Pflanzen der Gefässe $SW_{17\ 20}$ bis zu demselben Vegetationsabschnitte zwei Drittel des Gesamtstickstoffes zur Verfügung standen, woraus sich dann die grössere Aehrenlänge von 81,4 mm leicht erklären lässt. Sämtliche erst vor Beginn der Blüte verabreichten Salpetergaben erwiesen sich in Bezug auf die Aehrenlänge wirkungslos. Je früher die Pflanzen mit Stickstoff ernährt wurden, desto längere Aehren wurden von ihnen auch produziert.

Was den Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Aehrengewichte anlangt, so zeigte sich derselbe beim Sommerweizen nicht so auffallend als beim Winterweizen. Zwar machte sich auch hier der Einfluss späterer Salpetergaben bemerkbar, doch trat er bei der kürzeren Vegetationsdauer des Sommerweizens in nicht so hohem Masse hervor. Die absolut schwersten Aehren produzierten die ganze Salpetergabe nach dem Auflaufen der Saat und die in drei Teilen verabreichte Düngung der Gefässe SW_{17-20}, dann folgten die Gewichte der Aehren von den beiden halbierten Düngungen SW_{5-8} und SW_{13-16}. Die beiden zur Blüte verabreichten Salpetergaben der Gefässe SW_{21-24} und SW_{25-28} hatten gegenüber ungedüngt eine noch ganz bedeutende Zunahme der Aehrengewichte erzielt, welche noch dazu, wenn man bedenkt, dass die Aehrenlängen so gut wie gleich sind, einzig und allein auf die Wirkung des Salpeters auf die Produktion und Ausbildung der Körner zu setzen ist, während die hohen Aehrengewichte der sehr frühen Düngungen mehr in der Produktion langer

Aehren mit vielen Aehrchen und Körnern ihre Ursache haben.

Die Aehrchendichten D haben durch die bis zum Beginn der Blüte verabreichten Salpetergaben durchwegs eine Herabsetzung erfahren, infolge der dadurch eingetretenen Streckung der Aehrenspindeln, während die zur Blütezeit gegebenen Düngungen ohne Einfluss auf die Aehrchendichte blieben.

Die Körnerdichte d hat bei sämtlichen Düngungen zugenommen und zwar am stärksten bei ganzer Gabe nach der Saat und der in drei Teilen verabreichten Düngung der Gefässe SW_{17-20}; doch treten grosse Unterschiede auch hier nicht hervor.

Die Ergebnisse der Versuche lassen sich in folgenden

Resultaten

zusammenfassen:

1. Stickstoffdüngung, welche noch bis vor Beginn der der Blüte verabreicht wurde, bewirkte durchweg eine Zunahme der Aehrenlänge, welche jedoch je nach der Zeit der Verabreichung der Düngung wieder sehr verschieden gross war.
2. Diese Zunahme der Aehrenlänge war umso geringer, je später den Pflanzen ausreichend Stickstoff zur Verfügung gestellt wurde.
3. Frühe Düngungen bewirkten eine Zunahme der Aehrenlänge unter gleichzeitiger Vermehrung der Aehrchenzahl, während spätere Düngungen eine Zunahme der Aehrenlänge nur mehr infolge Streckung der Aehrenspindel veranlassten.
4. Die Aehrengewichte wurden durch Zufuhr von Stickstoff durchweg bedeutend erhöht; spätere Salpetergaben nahmen hieran in besonders hervorragendem Masse Anteil.
5. Aehrenlänge und Aehrengewicht gingen bei dieser Zunahme zwar nicht immer Hand in Hand, doch stand letzteres durchweg in einem gewissen Abhäng-

igkeitsverhältnisse von ersterem, indem höchste Aehrengewichte eben nur dann erzielt werden konnten, wenn durch zeitige Düngung dafür Sorge getragen war, dass den Pflanzen zur Anlage und Ausbildung langer Aehren mit möglichst vielen Aehrchen genügend Stickstoff znr Verfügung stand, und diese langen Aehren durch spätere Stickstoffzufuhr zur Zeit des Schossens bezw. der Blüte in den Stand gesetzt wurden, möglichst viele und grosse Körner zu produzieren.

6. Sehr frühe Stickstoffdüngungen erhöhten beim Winterweizen die Aehrchendichte etwas, während späte Düngungen dieselbe infolge Streckung der Aehrenspindel herabdrückten. Bei Sommerweizen trat jedoch diese Erscheinung nicht so sehr hervor; hier haben auch frühe Düngungen die Aehrchendichten herabgesetzt.
7. Einen hohen Einfluss übte die Zeit der Stickstoffdüngung auf die Körnerdichten aus, indem durch die zur Zeit des Schossens resp. der Blüte verabreichten Salpetergaben die Vielkörnigkeit der Aehrchen und damit die Körnerdichte sehr befördert wurde, während starke und frühzeitige Stickstoffdüngungen die Entstehung von Aehren mit tauben Aehrchen an der Spitze und Basis begünstigten. Durch sämtliche Düngungen wurde die Körnerdichte bedeutend gehoben.
8. Die Zahl der unfruchtbaren Aehrchen wurde hauptsächlich durch späte, jedoch noch vor der Blüte gegeben Düngungen mit Salpeter herabgesetzt.

III. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpetergaben auf den Ertrag von Stroh und Körnern.

Ueber den Einfluss der Stickstoffernährung mit Bezug auf die Zeit der Salpeterdüngung auf den Ertrag von Stroh und Körnern, liegen schon viele Versuche vor.

P. Wagner [1]) erklärt es bei Wintergetreide für jeden Fall als unrichtig, den Pflanzen im Herbste die ganze Menge der für sie vorgesehenen Salpeterdüngung zu geben, und empfiehlt, ihnen bei der Herbsteinsaat nur soviel zu geben, als sie vor Eintritt der Winterruhe noch aufnehmen und verarbeiten können. Aehnlich wie bei den Versuchen von Heine lieferte bei ihm das weitaus günstigste Resultat der Versuch, bei welchem kein Stickstoff im Herbste, vielmehr sämtlicher Stickstoff im Frühjahr in Form von Salpeter gegeben wurde, das schlechteste Resultat der Versuch, bei welchem die Pflanzen sämtlichen Stickstoff im Herbste in Form von Ammoniaksalz erhalten hatten. Wagner erklärt es dann für keinen Fall rationell, grössere Mengen von Stickstoff als Herbstdüngung zu verwenden, denn der im Herbst gegebene Stickstoffüberfluss gewähre keine Vorteile im Vergleich zu einer Nachdüngung im Frühjahre, während letztere erhebliche Vorteile gegenüber der Herbstdüngung biete. Sodann tritt Wagner für eine geteilte Frühjahrsdüngung, sowohl bei Winter-, als auch bei Sommergetreide ein, und kommt dabei auf die Frage des Einflusses,

[1]) P. Wagner, Die Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen 1892, S. 145 u. ff.

der Zeit der Düngung auf das Verhältnis zwischen Stroh- und Körnerertrag zu sprechen und weist folgendes nach: [1])

1. „Die Annahme, dass der Chilisalpeter oder ein anderer Stickstoffdünger einen in einseitig gesteigerter Strohproduktion sich kundgebenden physiologischen Einfluss auf die Entwicklung der Halmgewächse ausübt, ist unrichtig.
2. Wenn infolge der Stickstoffdüngung die Ernährung der Halmgewächse sich zu einer gleichmässigeren, zu einer auf die gesamte Vegetationszeit sich besser verteilenden gestaltet, oder wenn im Gegenteil eine weniger gleichmässige Ernährung durch sie entsteht, wenn der Schwerpunkt der Ernährung etwa mehr auf die Anfangsentwicklung oder Endstadien der Entwicklung verlegt wird: so tritt dementsprechend auch eine Aenderung in dem Verhältnis zwischen Stroh und Körnern ein, welche bald zu Gunsten der Körnerbildung, bald zu Gunsten der Strohbildung ausfällt". „Sie fällt zu Gunsten der Strohbildung aus, wenn der Schwerpunkt der Ernährung mehr auf die Anfangsentwicklung der Pflanze verlegt wird, sie fällt dagegen zu Gunsten der Körnerbildung aus, wenn der Schwerpunkt der Ernährung mehr den späteren Entwicklungsstadien der Pflanze sich nähert".

Ferner schreibt derselbe Autor: „Um die Pflanzen zu möglichst reichlicher Verwendung des aufgenommenen Stickstoffs für die Körnerproduktion zu veranlassen, gebe man den Halmgewächsen vor dem Abschluss der Bestockungzeit nur soviel löslichen Stickstoff, als zur Erzielung der günstigsten Anzahl von Halmen notwendig ist und man gebe nach der Bestockungszeit soviel löslichen Stickstoff, als zur möglichst kräftigen Ausbildung der Halme und der Frucht erforderlich ist".

---

[1]) P. Wagner, Die Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen 1892, S. 153—154, u. S. 160 u. ff.

v. Seelhorst [1]) hat bei seinen Versuchen gefunden, dass die Düngungen, welche Stickstoff enthielten, im Durchschnitt die Körnerernte um mehr als das zweifache erhöhten. Dabei ist sehr wichtig, zu konstatieren, dass die Stickstoffdüngung, solange der Stickstoff sich im Minimum befunden hat, keineswegs den Kornanteil vermindert, wie meist angenommen wird, sondern ihn vielmehr vermehrt hat.

Bei den Versuchen von Wellmann [2]), hat Stickstoff die Körnermenge um 70—80% erhöht; ausserdem zeigte sich, dass Stickstoff für sich allein zwischen dem Gewichte von Stroh und Körnern ein engeres Verhältnis herbeiführen kann.

Heine [3]) bemerkte zur Frage der Zeit der Verabreichung folgendes: „Was die geeignete Zeit der Anwendung des Chilisalpeters betrifft, der doch allein als Kopfdüngung im Frühjahr mit Nutzen verwendbar ist, so haben meine vorerwähnten Versuche, die auch von Beseler noch geteilte, früher in weitesten landwirtschaftlichen Kreisen verbreitete Ansicht, dass die Chilisalpeterkopfdüngung dem Winterweizen im Frühjahre so zeitig als möglich zu geben sei, durchaus nicht bestätigt. Im Gegenteil, es erzielte bei denselben stets der Chilisalpeter die höchsten Kornerträge, welche doch die weitaus wichtigsten sind, wenn er im Anfang des Mai dargereicht wurde. Nächst der Chilisalpetergabe im Mai, hat sich die im Oktober bei der Saat als vorteilhafteste erwiesen, dann folgten die Düngungen während der eigentlichen Winterzeit und erst zum Schlusse unter allen Versuchsparzellen erscheint als die geringste Ertragssteigerung bewirkt habend die Chilisalpetergabe im

---

[1]) v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1900 S. 342.

[2]) Wellmann, Untersuchungen üben den Einfluss der Düngungen auf die äusseren Wachstumserscheinungen und die Nährstoffaufnahme der Gerste 1897.

[3]) Heine, Zu Beselers Ratschlägen über die Kultur des engl. Weizens in Delius, Landw. Zeitschrift der Provinz Sachsen, 1887, Seite 263.

März. Aehnlich stellten sich die Strohergebnisse, nur erzielte im Stroh die Oktobergabe die höchsten Mengen, dann erst folgt die Maidüngung, sodann Dezember und Februar und am Schluss wiederum, wie bei den Kornerträgen der März."

Hoppenstedt [1]) schreibt: „Die Ermittelungen, zu welchem Zeitpunkt die Verwendung von Chilisalpeter zu Weizen am zweckmässigsten stattfinden soll, ergaben, dass der grösste Erfolg zu verzeichnen war, wenn etwa $^2/_3$ im Herbst bei der Bestellung und $^1/_3$ im Frühjahre gegeben und wenn nach den Versuchen der letzten Jahre, die Frühjahrsgaben auf die Monate März und Mai verteilt wurden". Ferner: „Wie beim Hafer, so hat sich zu Gerste in erhöhtem Masse, bei der Anwendung von Chilisalpeter das Verabreichen von möglichst vielen und kleinen Posten am besten bewährt. Da bei der Verwendung von Chilisalpeter zu Gerste ohnehin Vorsicht geboten ist, so sollte auf möglichst feine, gleichmässige Verteilung zu verschiedenen Zeitpunkten und in kleinen Gaben Wert gelegt werden".

Die folgenden Zahlen ergeben sich als Gesamterträge von je drei Gefässen eines Versuches. Dabei ist zu bemerken, dass unter dem Strohgewichte, soweit nicht anders bemerkt, das Gewicht der ausser von den Wurzeln auch von Blättern einschliesslich Scheide befreiten, ausgebildeten Halme, unter dem Blattgewichte dasjenige der Blätter und der unausgebildeten Seitensprosse, unter dem Spreugewichte dasjenige der Aehrenspindeln, Spelzen und Grannen zu verstehen ist. Von einer Betrachtung der Blatt- Stroh- und Spreugewichte der Goldthorpe-Gerste musste abgesehen werden, da das Material aus Versehen verloren ging, sodass hievon nur die Körnererträge einer Betrachtung unterzogen werden können.

---

[1]) Hoppenstedt, Landwirtschaftliche Jahrbücher 1895, Seite 703 u. 763.

1. Goldthorpe-Gerste:

Gefäss	Kornertrag gr	Gefäss	Kornertrag gr
Ungedüngt	14,489	C_5—C_8	36,684
A_5—A_8	47,203	C_9—C_{12}	45,046
A_9—A_{12}	49,901	D_1—D_3	16,386
B_1—B_4	46,263	D_4—D_6	9,228
B_5—B_8	36,799	E_4—E_6	9,247
B_9—B_{12}	42,257		

Die günstigsten Resultate haben sonach die alle vier Tage verabreichte Düngung der Gefässe A_9—A_{12}, die ganze Gabe nach Auflaufen der Saat (A_5—A_8), die halbierte Düngung zur Bestockung und zum Schossen der Gefässe B_1—B_4 und schliesslich die halbierte Düngung während des Schossens (C_9—C_{12}) geliefert. Letzterer Ertrag ist ein Beweis dafür, wie sehr durch spätere Düngungen unter gewissen Umständen die Quantität der Körnererträge noch gehoben werden kann. Wenn obige Ertragssteigerungen so ziemlich die gleiche Höhe aufweisen, so ist hiezu zu bemerken, dass dieselben auf verschiedenem Wege erreicht werden können: Entweder durch bessere Bestockung und dadurch grössere Aehrenzahl, oder durch geringere Aehrenzahl aber grösseres Aehrengewicht usw., dass jedoch Unterschiede dabei bestehen hinsichtlich der Ausbildung der Körner. Die Ertragssteigerungen beweisen auch die Notwendigkeit sehr zeitiger Salpetergaben auf stickstoffarmen Böden. Während nämlich vor Beginn des Schossens verabreichte Salpetergaben noch sehr beträchtliche Ertragssteigerungen erbracht haben, konnten die späteren Düngungen (D_1—D_3, D_4—D_6, E_4—E_6) keine solchen mehr hervorbringen, ja bei den beiden Düngungen der Gefässe D_4—D_6 und E_4—E_6 trat sogar eine bedeutende Ertragserniedrigung ein. Die Erscheinung ist dahin zu erklären, dass bei den Pflanzen dieser Gefässe

infolge der frühzeitigeren Zufuhr von Stickstoff noch eine Bestockungstätigkeit einsetzte und die Aehren infolgedessen in den Scheiden stecken blieben, eine Erscheinung, welche mit ihren Folgen bereits weiter oben besprochen wurde, während die Pflanzen der Gefässe $D_1 - D_3$ ihr Bestockungsvermögen zur Zeit der Zufuhr des Salpeters bereits verloren hatten und ihre Aehren schon vollkommen ausgeschossen waren.

2. Thüringer Winter-Weizen.

Gefäss	Blattgew. gr	Strohgew. gr	Spreugew. gr	Korngew. gr
$A_1+A_3+A_4$	36,30	47,70	21,078	72,582
$A_5+A_7+A_8$	42,70	60,20	20,402	75,218
$A_9+A_{11}+A_{12}$	50,90	71,30	24,046	96,554
$B_1+B_2+B_3$	45,90	62,30	20,104	82,176
$B_5+B_6+B_7$	42,20	70,70	20,743	92,017
$B_9+B_{11}+B_{12}$	41,20	72,40	22,269	98,671
$C_2+C_3+C_4$	40,70	54,70	21,863	78,217
$C_5+C_6+C_7$	24,45	41,70	18,997	75,922
Ungedüngt	20,00	26,00	8,680	31,740

Sämtliche Gewichte haben durch die Düngung sehr erhebliche Zunahmen erfahren, die jedoch verschieden sind je nach der Zeit der Verabreichung der Salpetergaben. Die höchsten Blatt- und Spreugewichte brachte die in drei Teilen geteilte Düngung mit erster Gabe im Herbste ($A_9 - A_{12}$), die niedrigsten unter den Düngungen jene der Gefässe $C_5 - C_6$, das ist die halbierte Düngung zum Schossen, während das höchste Strohgewicht $B_9 - B_{12}$ ergaben, welche ein Drittel des Salpeters zur Bestockung im Frühjahre, ein Drittel zum Schossen und ein Drittel zur Blüte erhalten hatten. Das geringste Strohgewicht nach ungedüngt hatte die späteste Düngung, nämlich die halbierte Düngung zum Schossen und zur Blüte, produ-

ziert. Ausser bei der Volldüngung im Herbste, welche auffallend geringe Blatt- Stroh- und Spreugewichte erbrachte, was sich aus der Minderung der Pflanzenzahl infolge von Auswinterung erklärt (siehe oben), macht sich durchgehends die Tendenz geltend, dass die Blattgewichte umso mehr zunehmen, je mehr davon im Frühjahre verabreicht wurde, während bei der Zunahme der Stroh- und Spreugewichte insbesondere die nach der Bestockung und während des Schossens verabreichten Salpetergaben den Ausschlag gaben. Die Düngungen B_9—B_{12}, A_9—A_{12}, B_5—B_7 haben sehr lange Halme erzeugt, (siehe S. 38), ebenso A_5—A_8 und B_1—B_4, die aber im Strohgesamtgewichte schon zurückstehen.

Was die Körnererträge anlangt, so waren sie am höchsten bei B_9—B_{12}, A_9—A_{12} und B_5—B_8, dann folgt die volle Gabe zur Bestockung im Frühjahre, sodann folgen die beiden Düngungen zum Schossen, die halbierte, sowie die ganze Düngung im Herbste. Auch hier beruhten die gleichen Ertragssteigerungen zum Teil auf verschiedenen Ursachen; bei A_9—A_{12} beruhte sie auf einer grösseren Aehrenzahl, indem hier pro Pflanze meist ein Seitenspross zur Ausbildung gelangte, aber dafür war das Aehrengewicht geringer, während bei B_9—B_{12} meist nur der Haupthalm zur Aehrenbildung gelangte, die Aehren jedoch ein höheres Aehrengewicht und eine höhere Körnerdichte aufwiesen. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei A_5—A_8 und C_5—C_6.

Setzt man den Ertrag an Stroh und Körnern von ungedüngt jeweils gleich 100, wobei unter Stroh gleich Halm plus Blätter verstanden sein soll, so erhält man die in nachfolgender Tabelle aufgeführten Resultate.

Die Stroherträge haben sich infolge der Salpeterdüngung bei sämtlichen Gefässen ausser C_5—C_8, der halbierten Düngung zum Schossen, durchschnittlich verdoppelt und verzweieinhalbfacht, die Körnererträge bei sämtlichen Düngungen verdoppelt und verdreifacht gegenüber ungedüngt. Die in drei Teilen verabreichten Sal-

petergaben haben die günstigsten Resultate ergeben. Bei sämtlichen Düngungen haben die Körnererträge in viel höherem Masse zugenommen als die Stroherträge, was sich insbesondere bei Düngungen mit Salpetergaben, welche später verabreicht wurden, bemerkbar macht.

Gefäss	Stroh	Körner	mehr Körner als Stroh	Auf 100 Teile Stroh treffen Teile Körner
Ungedüngt	100	100	—	69,0
A_1—A_4	182,6	228,7	+ 46,1	86,4
A_5—A_8	223,7	237,0	+ 13,3	73,1
A_9—A_{12}	265,7	304,2	+ 38,5	79,0
B_1—B_4	235,2	258,9	+ 23,7	75,9
B_5—B_8	245,4	289,9	+ 44,5	81,5
B_9—B_{12}	247,0	310,9	+ 63,9	86,8
C_2—C_4	207,4	246,4	+ 39,0	82,0
C_5—C_7	143,8	239,2	+ 95,4	114,8

Das Verhältnis zwischen Stroh und Körnern oder der Kornanteil ist durch die Salpeterdüngung sehr günstig beeinflusst worden. Den geringsten Kornanteil weisen die ungedüngten Gefässe auf. Sieht man von dem Resultate der Gefässe A_1—A_4 ab, da ein Teil der Pflanzen beim Ueberwintern zu Grunde ging und infolgedessen das Resultat nicht einwandfrei ist, so zeigt sich bei den einzelnen Düngungsgruppen ein jedesmaliges Anschwellen des Kornanteils mit der Teilung der Salpetergaben bezw. mit der späteren Verabreichung eines Teiles des Stickstoffs. So weist den weitaus höchsten Kornanteil die halbierte Düngung zum Schossen auf; überhaupt machen sich die Salpetergaben zum Schossen und insbesondere diejenigen zur Blüte in hervorragend günstiger Weise auf die Höhe des Kornanteils bemerkbar, man beachte nur B_9—B_{12}.

In Uebereinstimmung mit Wagner zeigt sich bei den Versuchen, dass die Behauptung, der Chilisalpeter übe allgemein einen in einseitig gesteigerter Strohpro-

duktion sich kundgebenden physiologischen Einfluss auf die Halmgewächse aus, unrichtig ist; selbst ganz frühe Düngungen haben den Kornanteil noch erhöht. Die Versuche beweisen aber auch, dass späte Salpetergaben — sie erstrecken sich bei den Versuchen zum Teil noch auf Vegetationsperioden (Blüte), in denen sie bei gewöhnlicher Kulturweise allerdings nicht mehr praktisch ausführbar sind, — eine bedeutend grössere Erhöhung des Kornanteils bewirken als frühe. Die in der Praxis nach Stickstoffdüngung nicht selten gemachte Beobachtung einseitig gesteigerter Stroherträge ist eben darauf zurückzuführen, dass es den im Anfangsstadium der Entwicklung sehr üppig mit Stickstoff ernährten Pflanzen in dem späteren Stadium der Körnerbildung entweder aus irgend welchen Gründen an Stickstoff mangelte, oder aber ein anderer zur Körnerbildung nötiger Nährstoff oder ein sonstiger Vegetationsfaktor im Verhältnis zu der in folge jugendlicher üppiger Stickstoffernährung produzierten grossen Menge schön ausgebildeter Aehren in viel zu geringem Masse vorhanden war. Ganz im Gegensatz also zu der früher weit verbreiteten Meinung, dass Salpeterdüngung viel Stroh und wenig Körner erzeuge, zeigen die Versuche, dass gerade die Körnerbildung, wenn obige Bedingungen erfüllt sind, insbesondere bei späteren Salpetergaben einseitig befördert werde. Ausreichende gleichmässige Stickstoffernährung während der ganzen Vegetationsperiode bewahrt am besten vor einseitiger Stohproduktion; Bedingung dabei ist jedoch, dass die Pflanzen eben sonstwie in keiner Richtung Mangel leiden, das heisst Stickstoff im Minimum bleibt; jedoch muss beigefügt werden, dass in den Versuchen den grössten Kornanteilen nicht auch die grössten Kornerträge entsprechen; die Düngung, welche das engste Verhältnis erzeugte, gab sogar beträchtlich niedrigen Ertrag als die Düngungen, die infolge zeitigerer Verabreichung relativ mehr Stroh zur Ausbildung gebracht haben. Ohne ausreichende zeitige Stickstoffzufuhr waren die besten Körnererträge nicht zu erreichen.

3. Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Gefäss	Blattgew. gr	Strohgew. gr	Spreugew. gr	Korngew. gr
Ungedüngt	14,30	16,10	5,679	14,321
SW_{1-4}	26,50	34,10	9,564	28,126
SW_{5-8}	23,30	24,10	11,486	33,514
SW_{9-12}	25,60	28,10	11,709	32,321
SW_{13-16}	22,30	27,20	11,961	33,319
SW_{17-20}	27,00	30,00	12,443	39,257
SW_{21-24}	17,90	26,30	9,219	25,281
SW_{25-28}	17,00	24,60	9,204	25,596

Sämtliche Gewichte haben infolge der Düngung je nach der Zeit der Verabreichung des Salpeters sehr verschiedene und durchschnittlich sehr hohe Zunahmen aufzuweisen. Die höchsten Blatt- und Spreugewichte erbrachte die in drei Teilen verabreichte Düngung der Gefässe SW_{17-20}, welche ein Drittel Salpeter zur Bestockung, ein Drittel zum Schossen, und ein Drittel nach der Blüte erhielten, die niedrigsten unter den gedüngten Gefässen SW_{25-28} und SW_{21-24}, welche die ganze Gabe bezw. die Hälfte des Stickstoffes vor und nach der Blüte erhielten. Die Spreugewichte nehmen durchgehends mit der Höhe der Körnererträge zu und zwar sehr gleichmässig, was bei den Blatt- und Strohgewichten nicht der Fall ist. Die höchsten Strohgewichte hatten SW_{1-4}, ganze Salpetergabe nach Auflaufen der Saat, sowie SW_{17-20}; dann folgten SW_{9-12}, welche ein Drittel des Stickstoffes nach dem Auflaufen, ein Drittel nach Bestockung und ein Drittel nach der Blüte erhalten hatten. Das geringste Strohgewicht nach ungedüngt hatten SW_{5-8} und SW_{25-28}. Die Abstufungen in den Stroherträgen differieren dabei wesentlich vom Verlauf der Halmlängen (Seite 31), was seinen Grund zum Teil in der Dicke der Halmwandung und inneren Ausbildung haben mag.

Auch auf die Korngewichte hat die Düngung mit Salpeter durchgehends sehr günstig eingewirkt und je nach der Zeit der Verabreichung verschieden hohe Ertragsmehrungen hervorgerufen. Den Höchstertrag an Körnern lieferte die in drei Teilen geteilte Düngung von der Bestockung ab gegeben, in den Gefässen SW_{17-20}. Deutlich macht sich auch beim Sommerweizen der günstige Einfluss späterer kleiner Salpetergaben nach dem Schossen oder während der Blüte bemerkbar, so bei SW_{13-6}, SW_{5-8} und SW_{9-12}. Die erst zum Beginn der Blüte gegebenen beiden Düngungen der Gefässe $8W_{21-24}$ und SW_{25-28} haben noch bedeutende Steigerungen der Körnererträge bewirkt.

Setzt man den Ertrag von Stroh und Körnern von ungedüngt jeweils gleich 100, wobei unter Stroh gleich Halm plus Blätter verstanden sein soll, so hat man:

Gefäss	Stroh	Körner	+ Körner gegenüber Stroh	Auf 100 Teile Stroh fallen Teile Körner
Ungedüngt	100	100	—	47,1
SW_{1-4}	199,3	196,4	— 2,9	46,4
SW_{5-8}	155,9	234,0	+ 78,1	70,7
SW_{9-12}	176,6	225,7	+ 49,1	60.2
SW_{13-16}	162,8	232,7	+ 69,9	67,2
SW_{17-20}	187,5	274,1	+ 86,6	68,9
SW_{21-24}	145,4	176,5	+ 31,1	57,2
SW_{25-28}	136,8	178,7	+ 41,9	61,5

Die Stroherträge haben sich infolge der Salpeterdüngung durchweg um die Hälfte vermehrt, bei der ganzen Salpetergabe nach Auflaufen der Saat sogar verdoppelt; die Körnererträge haben sich meistens mehr als verdoppelt, mit Ausnahme bei der ganzen Gabe nach dem Auflaufen haben bei sämtlichen Düngungen die Korngewichte mehr zugenommen als das Strohgewicht.

Auch hier wurde durch die Salpeterdüngung das Verhältnis von Stroh und Körnern sehr günstig beeinflusst.

Nur die ganze Salpetergabe nach dem Auflaufen der Saat hat den Kornanteil um ein sehr geringes gegenüber ungedüngt herabgedrückt, doch ist diese Differenz zu klein, um feste Schlüsse ziehen zu lassen. Sämtliche übrigen Düngungen haben den Kornanteil sehr stark gehoben, am stärksten die halbierte Düngung nach dem Auflaufen, (SW_{5-8}) und die in drei Teilen verabreichte Düngung zur Bestockung, am schwächsten die ganze Gabe zur Blüte. Man sieht also, auch beim Sommergetreide hat die Salpeterdüngung gerade die Körnerbildung weit mehr einseitig gefördert, als die Strohproduktion. Ausreichende, gleichmässige Stickstoffernährung während der ganzen Vegetationszeit erwies sich auch hier als beste Gegenmassregel gegen mangelhafte Körnerbildung, vorausgesetzt, dass die Pflanzen sämtliche sonstigen Nährstoffe in genügender Menge und Löslichkeit zur Verfügung haben. Der höchste Kornertrag (SW_{7-20}), entsprach auch hier nicht dem engsten Verhältnis; die Kornerträge konnten auch bei ähnlichem Verhältnis recht verschieden ausfallen; bei Düngung SW_{1-4} ist fast das gleiche Verhältnis vorhanden wie bei ungedüngt, der Kornertrag ist aber fast doppelt so gross. Stroh- und Körnererzeugung haben also hier gegen ungedüngt ziemlich im gleichen Verhältnis zugenommen.

Betrachtet man das Gesamtergebnis vorstehender Versuche, so ergeben sich folgende

Resultate:

1. Durchgehends wurde durch die Salpeterdüngung eine je nach der Zeit der Verabreichung verschieden hohe aber sehr beträchtliche Steigerung der Stroh- und insbesondere der Körnererträge bewirkt.
2. Salpeterdüngung übte keine spezifische Wirkung in dem Sinne aus, dass eine einseitig gesteigerte Strohproduktion zum Vorschein gekommen wäre.
3. Ganz im Gegensatz zu früheren Anschauungen wurde in Uebereinstimmung mit anderen Autoren festgestellt, dass durch die Salpeterdüngung bei Vorhan-

densein sämtlicher übrigen Vegetationsfaktoren gerade die Körnerbildung weit mehr einseitig befördert worden ist, als die Strohbildung. Selbst bei der Düngung SW_{1-4} hat immer noch die Kornausbildung mit der Stroherzeugung gleichmässig zugenommen.

4. Das Verhältnis zwischen Stroh und Körnern wurde infolgedessen fast durchgehends ein engeres unter dem Einflusse des Salpeters und zwar je nach der Zeit der Verabreichung wieder verschieden, indem spätere, kleinere Salpetergaben die Körneranteile am stärksten erhöhten.
5. Am günstigsten hat auf die Erträge gewirkt bei Wintergetreide: ein Drittel Salpeter zur Bestockung im Frühjahre, ein Drittel während des Schossens und ein Drittel zur Blüte; bei Sommerweizen ein Drittel vor Bestockung, ein Drittel bei Beginn des Schossens und ein Drittel zur Blüte; bei Gerste hat eine über die ganze Vegetationszeit verteilte Salpeterdüngung die günstigsten Erträge geliefert. In allen Fällen war es sonach die gleichmässige Stickstoffernährung, welche die Erträge am besten gestaltete. Der Einfluss der Düngung des Winterweizens im Herbste war aus den wiederholt bemerkten Gründen nicht einwandfrei festzustellen.

IV. Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf die Qualität der Körnererträge.

1. Grössen- und Gewichtsverhältnisse der Körner.

Im letzten Abschnitte wurden die Gesamtkorngewichte der Erträge unter dem Einflusse der einzelnen Düngungen näher erörtert; die nachfolgenden Auseinandersetzungen behandeln die Einwirkungen der verschiedenartigen Salpeterzufuhr auf den Anteil der einzelnen Korngrössen an dem Gesamtkörnerertrage. In der Literatur finden sich über diesen Punkt nur wenige Angaben.

v. Seelhorst[1]) fand, dass durch Stickstoffdüngungen der absolute und prozentische Anteil der geringen Körner überall zunahm. Ohne Stickstoffdüngung waren beide kleiner. Diesen nachteiligen Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Ausbildung der Körner erklärte er damit, dass einmal durch die Stickstoffdüngung die Halmzahl sehr vermehrt wurde; dann wurden durch sie die Aehren sehr verlängert und die Aehrchenzahl einer Aehre sehr vermehrt. Im stickstoffarmen Boden dagegen war die Pflanze im Stande gewesen, die geringe Zahl der kleiner angelegten Aehren zu einer ziemlich gleichmässigen Ausbildung zu bringen. Es wurden eben nicht vielmehr Körner angelegt, als zur Ausbildung kommen konnten.

Bei den Versuchen von Vanha[2]) gestattete der prozentuelle Gehalt an grossen, mittleren und kleinen Körnern keine sichere Schlussfolgerung.

---

[1]) v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft, 1900, S. 343.

[2]) Vanha, Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Oesterreich 1901, S. 57.

Remy[1]) vertritt die Anschauung, dass bei Gerste durch Stickstoffversorgung in den ersten Entwicklungsstadien die Ausbildung eines schmächtigen Kornes begünstigt werde; stünden der Gerste dagegen bei späteren Entwicklungsstadien reichliche Mengen assimilierbaren Stickstoffs zu Gebote, so pflege sie ungleichmässig auszureifen und zwar dicke aber eiweissreiche Körner zu bilden.

In den folgenden Zusammenstellungen bedeuten die einzelnen Zahlen die Gesamterträge aus je drei Gefässen eines Versuches. Die Grössen der Körner wurden mittels Sieben mit Längsschlitzen von einer nach $^1/_8$ mm abgestuften Breite ermittelt; ausser bei Sommerweizen wurden die einzelnen Korngrössen jeweils pro Gefäss getrennt, gezählt und gewogen und aus dem Gesamtresultate aller drei Gefässe der prozentische Anteil der einzelnen Grössen berechnet.

1. Goldthorpe-Gerste.

Gefäss	Gewicht der ausgebild. Körner gr	% kleiner $2^3/_8$ mm	% kleiner $2^4/_8$ mm	% grösser $2^4/_8$ mm
Ungedüngt	14,489	50,93	16,51	32,55
A_5—A_8	47,203	15,78	18,65	65,57
A_9—A_{12}	49,901	12,30	11,27	76,62
B_1—B_4	46,263	3,81	6,16	90,03
B_5—B_8	36,799	20,59	16,77	62,64
B_9—B_{12}	42,257	3,37	3,64	92,99
C_5—C_8	36,684	28,37	11,72	59,91
C_9—C_{12}	45,046	20,71	6,68	72,61
D_1—D_3	16,386	25,19	13,46	61,35
D_4—D_6	9,228	3,10	4,15	92,75
E_4—E_6	9,247	7,03	8,19	84,98

[1]) Remy, Düngung und Züchtung als Hilfsmittel, den Braugerstenbau zu heben und auszudehnen, Berlin 1902.

Entgegen anderweitigen Beobachtungen wurde durch sämtliche Düngungen der Anteil des geringen Kornes am jeweiligen Gesamtertrage ganz bedeutend veringert, wobei zu bemerken ist, dass diese Veringerung des Anteils des geringen Kornes oft gerade da eintrat, wo sehr hohe Ertragssteigerungen erziehlt worden sind, wie insbesondere bei B_1—B_4 und dem Höchstertrage A_9—A_{12}. Die Zeit der Verabreichung der Salpetergaben zeigte einen typischen Einfluss. Hatte die ganze Gabe nach dem Auflaufen der Saat den Anteil des geringen Kornes schon bedeutend herabgesetzt, so trat durch die Verteilung des Stickstoffs auf die ganze Vegetationsperiode eine noch weitere Reduktion des Anteiles des geringen und mittleren Kornes und damit Erhöhung des Gehaltes an grossem Korne ein. Noch bedeutend mehr wurde jedoch dieser Anteil des geringen und mittleren Kornes heruntergedrückt durch die beiden halbierten Düngungen zur Bestockung (B_1—B_4 und B_9—B_{12}), sodass bei beiden der Anteil des grossen Kornes auf 90 bezw. 93 % steigen konnte; die Salpeterdüngung hat also auf die Gleichmässigkeit der Körner einen hervorragend günstigen Einfluss ausgeübt. Die ganze Gabe zur Bestockung hat, wahrscheinlich infolge der dadurch eingetretenen intensiveren Bestockung, den Prozentgehalt an grossem Korne gegenüber sämtlichen früheren Düngungen wieder herabgedrückt und dementsprechend den Anteil des mittleren insbesondere aber des geringen Kornes erhöht. Das Gleiche gilt auch besonders von der ganzen Gabe zu Beginn des Schossens, wo hauptsächlich der Anteil des geringen Kornes sich erhöhte, und von der ganzen Gabe nach dem Ausschossen der Aehre, während die halbierte Düngung zum Schossen ausser einem sehr hohen Gesamtkörnerertrage den Prozentanteil des geringen Kornes und in Sonderheit des mittleren Kornes wieder etwas herabdrückte und damit wieder den Anteil des grossen Kornes bedeutend erhöhte. Bei den kurz vor Austreten der Grannenspitzen aus der Scheide verabreichten beiden Düngungen der Gefässe

D_4—D_6 und E_4—E_6, welche naturgemäss nur sehr geringe Gesamterträge erbracht hatten, war nach den schon früher mitgeteilten Erscheinungen bei der Ausbildung der Aehren der Anteil der grossen Körner ein sehr hoher, da nach dem Steckenbleiben der Aehren in der Scheide nur eine Zeile Körner und diese nie ganz ausgebildet wurde und den Pflanzen hiezu reichlich genug Stickstoff zur Verfügung stand. Durchgehends zeigten sich in Bezug auf die Ausbildung der Körner die geteilten Düngungen und zwar insbesondere diejenigen, welche auf die Periode der Bestockung und des Schossens verteilt wurden, sämtlichen anderen Düngungen weit überlegen; von sehr gutem Einflusse war auch die über die ganze Vegetationszeit verteilte Düngung.

2. Thüringer Winter-Weizen.

Gefäss	Gewicht der ausgebild. Körner gr	% kleiner $2^6/_8$ mm	% kleiner $2^7/_8$ mm	% grösser $2^7/_8$ mm
Ungedüngt	31,740	8,07	12,47	79,46
A_1—A_4	72,582	9,34	16,52	74,02
A_5—A_8	75,218	10,71	14,03	75,26
A_9—A_{12}	96,554	8,96	15,19	75,85
B_1—B_4	82,176	6,93	10,29	82,78
B_5—B_8	92,017	5,35	9,72	84,93
B_9—B_{12}	98,671	11,70	10,37	77,93
C_2—C_4	78,217	15,86	23,60	60,54
C_5—C_8	75,922	25,14	26,62	48,24

Die Unterschiede A_1—A_{12} sind unbedeutend und fallen in die Fehlergrenzen; bezüglich des Prozentanteils der grossen Körner zeigen sie eine Depression gegen ungedüngt. Sehr günstig diesen Düngungen gegenüber erwiesen sich in dieser Richtung hin die Frühjahrsdüngungen und zwar besonders die halbierte Düngung, indem sowohl die ganze Gabe als auch die in zwei Teile geteilte Sal-

petergabe den Anteil des geringen und mittleren Kornes sowohl den früheren Düngungen als auch ungedüngt gegenüber etwas herabdrückte und den Anteil des grossen Kornes bis auf 82 sogar 85 % erhöhten. Die in drei Gaben verabreichte Frühjahrsdüngung der Gefässe $B_9 - B_{12}$, welche den absolut höchsten Körnerertrag lieferte, zeigte sich hier ihren beiden Vorgängerinnen etwas unterlegen, indem infolge der Dreiteilung der Düngung der Anteil des geringen und mittleren Kornes etwas erhöht wurde, welche Erscheinung in der etwas weniger intensiven jugendlichen Ernährung der Seitensprosse, deren pro Gefäss zwei bis drei Pflanzen je einen zur vollen Ausbildung brachten, ihre Erklärung finden mag. Die beiden zum Schossen gegebenen Düngungen, welche zwar noch sehr hohe Gesamterträge hervorbrachten, erwiesen sich in Bezug auf die Ausbildung der Körner als die ungünstigsten und zwar die geteilte noch mehr als die ganze Gabe; bei beiden ging der relative Anteil des grossen Kornes bedeutend herab, wenn auch das absolute Gewicht des grossen Kornes bei beiden Düngungen dasjenige von ungedüngt noch sehr bedeutend übertrifft. Am günstigsten hatten bei Wintergetreide in Bezug auf den Gesamtkörnerertrag und auch auf die Ausbildung der Körner die drei Frühjahrsdungungen sowie die in drei Teilen geteilte Herbstdüngung gewirkt. Dass hiebei die ganze und besonders die halbierte Salpetergabe im Frühjahre die höchsten Anteile an grossen Körnern erbrachte, während die beiden anderen Düngungen sich mehr durch hohe Gesamterträge ($B_9 - B_{12}$ ganz besonders) auszeichneten, ist wohl darin begründet, dass $B_9 - B_{12}$ bezw. die in drei Teilen verabreichte Salpetergabe im Frühjahre einen hohen Prozentsatz 4—5 körniger Aehrchen hervorbrachte, während die anderen beiden Frühjahrsdüngungen sowie die gedrittelte Herbstdüngung meist nur Aehren mit dreikörnigen Aehrchen aufwiesen. In dieser Steigerung der Körnerzahl pro Aehrchen ist auch der Grund der Verschiedenheit der Resultate bei Gerste und Winterweizen zu suchen.

3. Strubes Sommer-Grannen-Weisen.

Gefäss	Gewicht der ausgebild. Körner gr	% kleiner $2^5/_8$ mm	% kleiner $2^6/_8$ mm	% grösser $2^6/_8$ mm
Ungedüngt	14,321	12,20	7,23	80,57
SW_{1-4}	28,126	15,06	10,33	74,61
SW_{5-8}	33,514	18,43	9,27	72,30
SW_{9-12}	32,321	27,42	10,64	61,94
SW_{13-16}	33,319	7,72	6,30	85,98
SW_{17-20}	39,257	8,04	7,58	84,38
SW_{21-24}	25,281	1,76	1,86	96,38
SW_{25-28}	25,596	3,43	2,07	94,50

Die späteren Düngungen erwiesen sich auch hier den früheren Düngungen $SW_{1\ 12}$, welche bezüglich des Prozentanteils der grossen Körner gegen ungedüngt eine mit Teilung der Düngergabe steigende Depression zeigen, weit überlegen, indem die beiden zur Bestockung verabreichten Düngungen $SW_{13\ 16}$ und SW_{17-20} nicht nur sehr hohe Gesamtkörnererträge erbrachten, sondern auch den Anteil des geringen und mittleren Kornes sehr herabdrückten und den Prozentgehalt an grossem Korne damit bedeutend erhöhten, woraus eine hohe Gleichmässigkeit der Körner resultierte. Die beiden noch späteren Düngungen zur Blüte hatten zwar keine so hohen Erträge, wie die vorigen Düngungen mehr aufzuweisen, dagegen haben sie den Anteil des geringeren und mittleren Kornes am Gesamtertrage noch weiter herabgedrückt. Mit Rücksicht auf den Gesamtertrag sind jedoch als die günstigsten Düngungen die beiden geteilten Salpetergaben zur Bestockung zu bezeichnen, da sie nicht nur höchste Erträge sondern auch ein sehr gleichmässiges Korn mit geringem Anteil von kleinen Körnern lieferten.

Betrachtet man das Gesamtergebnis vorstehender Untersuchungen, so gelangt man zu folgenden

Resultaten:

1. Die Salpeterdüngung selbst, sowie auch die Zeit ihrer Verabreichung übten einen grossen Einfluss auf die Ausbildung der Körner aus.
2. Bei Gerste trat infolge Salpeterdüngung ohne Rücksicht auf die Zeit der Verabreichung durchweg eine sehr starke Erniedrigung des Anteils des geringen Kornes ein.
3. Düngungen nach dem Auflaufen der Saat bewirkten beim Sommerweizen teils infolge stärkerer Bestockung, teils infolge Stickstoffmangels zur Zeit der Körnerbildung eine Erhöhung des Anteils des geringen Kornes gegenüber ungedüngt, bei Gerste nur gegenüber den Düngungen zur Bestockung.
4. Sowohl in Bezug auf den Gesamtkörnerertrag als auch auf die Ausbildung der Körner übten bei allen drei Versuchsfrüchten die im Frühjahre während der Periode der Bestockung verabreichten Salpetergaben den grössten Einfluss aus und zwar um so mehr, wenn dieselben geteilt zur Verabreichung gelangten.
5. Die Düngungen zum Schossen haben sowohl bei Gerste als auch bei Winterweizen den Anteil des geringen und mittleren Kornes wieder erhöht und damit den Anteil des grossen Kornes nicht unbedeutend herabgedrückt.
6. Die zur Zeit der Blüte verabreichten Düngungen bei Gerste und Sommerweisen haben zwar den Anteil des geringen Kornes sehr herabgedrückt, doch hat der Gesamtkörnerertrag bereits stark gelitten.
7. Düngungen, welche die höchsten Erträge brachten, brachten auch in der Mehrzahl der Fälle sehr hohe Anteile des grossen Kornes.

2. Die Tausendkorngewichte und der Spelzengehalt der Körner.

In der Literatur finden sich hierüber nur wenige präzise Angaben.

Kraus[1]) fand bei Düngungsversuchen zu Gerste in Weihenstephan 1898, dass das Tausendkorngewicht mit der späteren Verabreichung des Salpeters sowie bei Teilung der Gabe sich um geringes erhöhte, wie folgende Zahlen zeigen:

		A	B
Chilisalpeter	29. III.	43,00 gr	42,22 gr
„	2. V.	43,14 „	43,54 „
„	2. V. u. 25. V.	44,34 „	—

In den von Eckenbrecher[2]) eingerichteten Versuchen über Stickstoffdüngung zur Gerste zeigte sich zwischen ungedüngt und Chilisalpeterdüngung im Tausendkorngewicht gar keine oder nur äusserst geringe Unterschiede.

Ebenso lassen die Versuche Horeckys[3]) in Bezug auf das Tausendkorngewicht keine irgendwie verwendbaren Schlüsse zu, indem zwar bei Goldmelonengerste und Bestehorngerste insbesondere bei zweimaliger Düngung eine Erhöhung des Gewichtes eintrat, bei den übrigen Sorten die Proben der ungedüngten Parzellen jedoch die höchsten Körnergewichte aufwiesen.

v. Seelhorst[4]) konnte bei seinen Versuchen in der Mittelwasserreihe eine deutliche Erhöhung des Hundertkorngewichtes infolge der Stickstoffdüngung zwar nachweisen, wollte aber umso weniger aus diesen Ergebnissen

---

[1]) Kraus, Düngungsversuche mit schwefels. Ammoniak und Chilisalpeter in Vierteljahresschrift des Bayer. Landwirtschaftsrates 1900 S. 5.

[2]) v. Eckenbrecher, Blätter für Gersten-, Hopfen- und Kartoffelbau, Mai 1900, S. 203.

[3]) Horecky, Die reine Salpeterdüngung in ihrer Beziehung zur qual. Ausbildung des Gerstenkorns 1903, S. 14.

[4]) v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1900, S. 345.

Schlüsse ziehen, als er die geringeren Körner, welche durch ein 2,75 mm Sieb gefallen waren, dabei nicht berücksichtigte.

Vanha[1]) wies nach, dass das Durchschnittsgewicht eines Kornes, ausgedrückt durch das Tausendkorngewicht, gleichmässig und beständig umso höher stieg, je mehr Stickstoff zugeführt wurde.

Zu nachstehenden Untersuchungen wurden die Tausendkorngewichte jeweils aus der vollen Anzahl der Körner und ihrem Gewichte durch Rechnung direkt ermittelt, um so jede subjektive Beeinflussung bei der Auswahl der Körner zu vermeiden.

1. Goldthorpe-Gerste.

Gefäss	Tausendkorngewicht d. ausgeb. Körner gr	Tausendkorngewicht d. K. kl. 2 3/4 mm gr	Tausendkorngewicht d. K. kl. 2 1/4 mm gr	Tausendkorngewicht d. K. grösser 2 1/8 mm gr
Ungedüngt	34,091	28,793	36,083	46,228
A_5—A_8	42,766	30,695	38,707	48,548
A_9—A_{12}	45,279	29,445	39,525	49,878
B_1—B_4	46,859	30,335	38,088	48,795
B_5—B_8	41,763	31,792	38,107	47,984
B_9—B_{12}	48,548	28,442	36,061	50,493
C_5—C_8	34,935	23,184	36,692	44,986
C_9—C_{12}	39,971	25,310	38,733	48,802
D_1—D_3	39,630	30,038	36,247	48,816
D_4—D_6	42,267	25,722	32,277	43,862
E_4—E_6	39,415	24,259	32,666	43,486

Die Tausendkorngewichte der Gesamtkörnererträge haben durchgehends infolge der Düngung und zwar je nach der Zeit der Verabreichung des Salpeters verschieden zugenommen. Die Unterschiede in der Zunahme dieser Ge-

[1]) Vanha, Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich, 1901, S. 57.

wichte finden ihre Begründung in dem Prozentanteil der grossen, mittleren und kleinen Körner am Gesamtertrage, worüber bereits im vorigen Kapitel berichtet wurde. Die höchsten Gewichte weisen die Gesamterträge der Gefässe A_9—A_{12} (Stickstoff über die ganze Vegetationsdauer verteilt), B_1—B_4 ($^1/_2$ des Stickstoffes zur Bestockung und $^1/_2$ nach Schossen) sowie B_9—B_{12} ($^1/_2$ des Stickstoffes zur Bestockung und $^1/_2$ bei Beginn des Austrittes der Grannenspitzen aus der Scheide), auf, während B_5—B_8 (ganze Düngung zur Bestockung) hinter A_5—A_8 (ganze Gabe nach Auflaufen der Saat) zurückbleibt. Die Tausendkorngewichte der Gesamtkörnererträge sämtlicher späteren Düngungen von welchen D_4—D_6 und C_9—C_{12} noch am besten abschnitten, fallen gegenüber den frühen Düngungen stark ab.

Auch die Tausendkorngewichte der einzelnen Korngrössen haben teilweise unter dem Einflusse des Salpeters und der Zeit seiner Verabreichung einige mitunter ganz beträchtliche Zunahmen aufzuweisen. Sämtliche Düngungen, bei denen ein Teil des Salpeters zur Bestockung verabreicht wurde, bewirkten eine Zunahme der Korngewichte, welche bei den Körnern kleiner $2\,^3/_8$ mm am grössten bei B_5—B_8 und A_5—A_8 ist, während bei den Körnern kleiner $2\,^4/_8$ mm A_9—A_{12} die höchsten Gewichte aufweist. Unter den Körnern grösser $2\,^4/_8$ mm zeichneten sich besonders B_9—B_{12}, A_9—A_{12} und B_1—B_4, also geteilte Düngungen mit späten Salpetergaben, am vorteilhaftesten aus, was sich ganz besonders auch bei den Tausendkorngewichten der Gesamternten sehr bemerkbar machte, zumal ja auch gerade bei diesen Düngungen der Anteil an grossem Korne ein sehr hoher war.

Die zum Schossen und später verabreichten Düngungen bewirkten bei den Körnern kleiner $2\,^3/_8$ mm nur bei D_1—D_3 eine Erhöhung des Tausendkorngewichtes gegenüber ungedüngt, bei sämtlichen anderen Düngungen ging dasselbe bedeutend zurück. Bei den mittleren und grossen Körnern zeigten nur C_9—C_{12} und D_1—D_3 bedeutendere

Erhöhungen, während die Tausendkorngewichte der übrigen Gefässe infolge der Düngungen bedeutend zurückblieben und zwar am stärksten bei D_4—D_6 und E_4—E_6. Die Körnerausbildung ist sonach hier eine sehr ungleichmässige geworden.

2. Thüringer Winter-Weizen.

Gefäss	Tausendkorngewicht d. ausgeb. Körner gr	Tausendkorngewicht d. K. kl. $2^6/_8$ mm gr	Tausendkorngewicht d. K. kl. $2^7/_8$ mm gr	Tausendkorngewicht d K. grösser $2^7/_8$ mm gr
Ungedüngt	47,993	29,120	40,495	53,028
A_1—A_4	49,633	32,287	42,253	55,387
A_5—A_8	47,975	28,038	42,451	55,025
A_9—A_{12}	51,111	34,222	45,140	55,736
B_1—B_4	51,471	34,103	42,629	55,706
B_5—B_8	54,769	32,993	45,152	58,473
B_9—B_{12}	52,653	34,347	44,624	58,785
C_1—C_4	49,373	36,112	47,048	55,404
C_5—C_8	46,989	36,294	45,844	56,269

Mit Ausnahme der Düngungen A_5—A_8 und C_5—C_8 (Gabe bloss zur Bestockung bezw. erst zu Beginn des Schossens und in der Blüte), hat die Salpeterdüngung die Tausendkorngewichte der Gesamtkörnererträge erhöht; die Gewichte der einzelnen Korngrössen haben in sämtlichen Reihen, mitunter sogar bedeutend zugenommen. Die höchsten Gewichte weisen die geteilten Düngungen zur Bestockung im Frühjahr auf, und zwar sowohl bei den Gesamtkornerträgen als auch bei den Körnern grösser $2^7/_8$ mm. Von den Herbstdüngungen hatte die gedrittelte Salpeterdüngung der Gefässe A_9—A_{12} ($^1/_3$ nach Auflaufen im Herbste, $^1/_3$ zur Bestockung im Frühjahre und $^1/_3$ zum Schossen) am günstigsten auf die Korngewichte gewirkt, indem sie nicht nur das Tausendkorngewicht der Gesamternte gegenüber den beiden anderen Düngungen und ungedüngt bedeutend erhöhte, sondern auch die Gewichte

der einzelnen Korngrössen etwas in die Höhe trieb; jedoch kommen dabei auch die Folgen der Bestandesverdünnungen in Betracht. Von den Frühjahrsdüngungen erbrachte die halbierte Düngung das höchste Tausendkorngewicht der Gesamtkornerträge unter allen Düngungen, während die in drei Teilen geteilte Düngung B_9—B_{12} das höchste Korngewicht der grossen Körner hervorbrachte; doch sind in dieser Richtung die beiden geteilten Düngungen nicht weit auseinander. Von den beiden Düngungen zum Schossen bewirkte nur die ganze Düngung eine Erhöhung des Korngewichtes der Gesamternte, dagegen haben beide Düngungen die Tausendkorngewichte der kleinen, mittleren und bei C_5—C_8 auch der grossen Körner bedeutend erhöht.

3. Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Gefäss	Tausendkorngewicht d. ausgeb. Körner gr	Tausendkorngewicht d. K. kl. $2^5/_8$ mm gr	Tausendkorngewicht d. K. kl. $2^0/_7$ mm gr	Tausendkorngewicht d. K. grösser $2^0/_{18}$ mm gr
Ungedüngt	38,190	30,120	36,964	45,074
SW_{1-4}	42,809	28,247	37,257	48,911
SW_{5-8}	40,970	28,344	34,511	47,498
SW_{9-12}	37,236	26,613	35,453	45,708
SW_{13-16}	44,964	28,910	36,204	48,224
SW_{17-20}	44,159	26,513	35,012	48,359
SW_{21-24}	52,450	37,166	46,900	52,970
SW_{25-28}	52,130	30,310	33,063	54,234

Mit Ausnahme von SW_{9-12} wurde bei sämtlichen Gefässen das Tausendkorngewicht der Gesamternte infolge der Düngung bedeutend erhöht und zwar wirkten die späten Düngungen in dieser Richtung hin günstiger, als die früheren. Die höchsten Gewichte weisen die beiden zur Blüte verabreichten Düngungen auf, wobei die ganze Gabe bei den kleinen und mittleren Körnern, die halbierte Düngung bei den grossen Körnern unter sämtlichen Düngungen das höchste Korngewicht erzeugte. Auffallend

hoch sind die beiden Korngewichte des geringen und mittleren Kornes bei $SW_{21\ 24}$, was in der geringen Anzahl dieser Körner begründet sein mag. Von den Düngungen nach dem Auflaufen der Saat hatte sich am besten die ganze Gabe bewährt; mit der Teilung der Gabe fielen die Korngewichte; die zur Bestockung verabreichten geteilten Düngungen blieben sich in ihrer Wirkung auf die Tausendkorngewichte ziemlich gleich.

Bezüglich der Spelzengehalte und deren Aenderung unter dem Einflusse der Düngungen finden sich in der Literatur nur spärliche Angaben.

Vanha[1]) vertritt die Ansicht, dass der Spelzengehalt der Gerstenkörner von der Stickstoffdüngung kaum beeinflust werde; jedoch erhöhe ein grösserer Ueberschuss an Stickstoff den Spelzengehalt.

Bei den Versuchen Horecky's[2] ergab die einmalige Salpeterdüngung in drei Fällen, die zweimalige Düngung in zwei Fällen eine Steigerung des Spelzengewichtes gegenüber ungedüngt; die Hälfte der Proben brachten jedoch negative Ergebnisse, sodass sich aus diesen Zahlen keine Anhaltspunkte für eine vergleichende Wertschätzung ermitteln liessen.

Kraus[3]) schreibt zur Frage: „Im allgemeinen findet man, dass die grosskörnigen Gersten weniger Spelzen haben, dass das Gefüge der Mehlkörper besser ist u. s. w. Das sind alles wesentliche Wirkungen, die wir durch den Einfluss der Düngung und Kultur der Gerste herbeiführen können. Bei entwickeltem Gerstenbau mit starker Düngung ist es öfter der Fall, dass, wenn es zur Zeit der Ausbildung der Körner überwiegend trocken ist, noch ein recht gut geformtes Korn erzielt wird, welches nicht übermässig gross

---

[1]) Vanha, Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich 1901, S. 59.

[2]) Horecky, Die reine Salpeterdüngung in ihrer Beziehung zur qual. Ausbildung des Gerstenkornes, Budweis 1903, S. 17 u. 18.

[3]) Kraus, Fortschritte auf dem Gebiete der Gerstenkultur im Brauer- u. Mälzerkalender 1900/01, S. 124 bis 125.

ist, ein feines Aussehen hat, aber zu hart und stickstoffreich ist. Wenn es aber bei der Körnerentwicklung feuchter ist und nicht Lagerung eintritt, oder sich die Wachstumsentwicklung verschiebt, dann entwickeln sich schwere, stärkearme grobspelzige Körner".

Nachfolgende Spelzengewichtsbestimmungen der Gerste wurden nach dem von Luff ausgearbeiteten Verfahren ausgeführt und beziehen sich die Zahlen auf wasserfreie Gerstenkörner. 50 Körner wurden genau abgewogen, nebst 10 ccm 5%igen Ammoniaks in ein starkwandiges Fläschchen (150 ccm Glas von Soxhlet) gebracht, mit einem Gummistopfen fest verschlossen in ein Wasserbad gestellt, auf 80 Grad Celsius erhitzt und eine Stunde bei dieser Temperatur belassen. Sodann wurde der Inhalt herausgebracht, die Spelzen abgelöst, getrocknet und bei 100 Grad Celsius gewogen. Zu der gefundenen Zahl wurde $^1/_{12}$ derselben addiert, entsprechend dem bei der Ammoniakbehandlung enstandenem Gewichtsverlust.

Gefäss	Spelzengehalt in % I. Probe	Spelzengehalt in % II. Probe	Mittlerer Spelzengehalt %
Ungedüngt	12,46	12,57	12,51
A_5—A_8	11,34	10,81	11,07
A_9—A_{12}	10,99	12,02	11,51
B_1—B_3	10,61	10,44	10,52
B_5—B_8	10,90	10,85	10,87
B_9—B_{12}	9,75	9,62	9,68
C_5—C_8	10,63	10,39	10,51
C_9—C_{12}	10,73	10,43	10,58
D_1—D_3	11,01	10,98	10,99
D_4—D_6	9,03	9,10	9,06
E_4—E_6	9,78	9,89	9,84

Sowohl der Einfluss des Salpeters selbst als auch die Zeit der Verabreichung derselben machten sich in der Höhe des mittleren Spelzengehaltes jeweils deutlich be-

merkbar. Durchgehends hat die Salpeterdüngung mit Zunahme der Korngrösse den prozentischen Spelzenanteil verringert und zwar mitunter um ganz bedeutende Beträge. Die über die ganze Vegetationszeit verteilte Salpeterdüngung der Gefässe A_9-A_{12} hat den Spelzenanteil am wenigsten herabgesetzt, sodass diese Gefässe unter den gedüngten den höchsten Spelzengehalt aufwiesen. Nach dieser Düngung folgt die ganze Gabe nach dem Auflaufen der Saat, deren Körner bereits einen um $^1{}_2{}''/_{00}$ niedrigeren Spelzengehalt zeigen. Bei den drei Düngungen zur Bestockung wurde bei der ganzen Gabe ($B_5—B_8$) der höchste und bei der halbierten ($B_9—B_{12}$) der niedrigste Spelzenanteil ermittelt. Spelzengehalte von gleicher Höhe, etwa wie die halbierte Düngung zur Bestockung der Gefässe $B_1—B_4$, bewirkten auch die beiden Düngungen zum Schossen, während die ganze Gabe nach Heraustreten der Aehre ($D_1—D_3$) den Spelzenanteil erhöhten. Den geringsten Spelzengehalt unter sämtlichen Düngungen zeigte die ganze Gabe bei Beginn des Austrittes der Grannenspitzen aus der Scheide ($D_4—D_6$), während die geteilte Düngung $E_4—E_6$ denselben wieder etwas erhöhte. Ein Zusammenhang zwischen den Anteilen an grossen Körnern oder dem Tausendkorngewichte der Körner und dem Spelzengehalte derselben konnte nicht ermittelt werden.

Im allgemeinen lassen sich aus vorliegenden Versuchsergebnissen, folgende **Resultate** ableiten:

1. Bei allen 3 Cerealien haben fast durchgehends infolge der Salpeterdüngung die Tausendkorngewichte der einzelnen Körnererträge zugenommen und zwar mitunter um ganz bedeutende Beträge.
2. Die Zeit der Verabreichung des Salpeters übte einen tiefgreifenden Einfluss sowohl auf die Tausendkorngewichte der Gesamternte als auch auf diejenigen der einzelnen Korngrössen aus; bei Gerste erzielten die beiden halbierten Düngungen zur Bestockung sowie die über die ganze Vegetationszeit verteilte Düngung die höchsten Gewichte, beim Winterweizen

die drei Düngungen zur Bestockung im Frühjahre, wobei die geteilten wieder günstiger wirkten als die ungeteilten. Während bei diesen beiden Getreiden am günstigsten diejenigen Düngungen wirkten, bei denen der ganze Stickstoff oder besser noch nur der erste Teil desselben zur Bestockung gegeben wurde, erzielten beim Sommerweizen die höchsten Korngewichte die beiden Düngungen zur Blüte und erst dann die beiden Düngungen zur Bestockung.

3. Sehr frühzeitige Salpeterdüngungen waren einer Erhöhung der Tausendkorngewichte der einzelnen Korngrössen wie auch der Gesamterträge weniger günstig wie spätere.
4. Der Spelzenanteil der Gerstenkörner wurde durch die Salpeterdüngung ohne Rücksicht auf die Zeit der Verabreichung in allen Fällen heruntergedrückt. Am günstigsten hatten auch in dieser Richtung hin die geteilten Düngungen zur Bestockung sowie die späteren Düngungen gewirkt.

---

3. Die Mehlkörperstruktur und der Proteingehalt der Körner.

Bekanntlich fällt man in Brauerkreisen über glasige Gersten überwiegend ein sehr ungünstiges Urteil, indem man sie für sehr stickstoffreich hält, während mehlige Gersten für stickstoffarm und stärkereich gelten, indem man ferner den glasigen Körnern eine schwierigere und teilweise unvollkommene Auflösbarkeit bei der Vermälzung zuschreibt. Die Bäcker hinwiederum bevorzugen beim Weizen die Glasigkeit, weil das Mehl aus solchen Körnern backfähiger und ausgiebiger ist, da es infolge seines grösseren Klebergehaltes mehr Wasser bindet, und mehr

Brot daraus gebacken werden kann. Inwieweit diese Anschauungen und Erfahrungen der Praxis zu Recht bestehen, resp. wieweit die Strukturverhältnisse als Qualitätsmerkmale brauchbar sind, worin diese Strukturverhältnisse ihren Grund haben, und wie sie sich unter bestimmten Lebensbedingungen ändern, sowie welche Beziehungen zwischen ihnen und der chemischen Zusammensetzung der Körner bestehen, alle diese Fragen haben bereits zu einer ziemlich umfangreichen Literatur Veranlassung gegeben, in welcher es an Meinungsverschiedenheiten nicht mangelt. Hier soll auf diese Fragen nicht näher eingegangen, sondern nur erörtert werden, in welcher Richtung die Mehlkörperstruktur durch die Düngung mit Stickstoff beeinflusst wurde, und wie sich in den Versuchen das Verhältnis zwischen Glasigkeit und Stickstoffgehalt stellte.

Dass die Düngungsweise, speziell mit Stickstoff, die Mehlkörperstruktur und den Stickstoffgehalt der Körner wesentlich verändern kann, ist schon mehrseitig nachgewiesen. Von derartigen Versuchsanstellungen sei erwähnt, dass schon vor geraumer Zeit Ritthausen[1]) und R. Pott, welche glasigen Weizen auf verschieden gedüngten Boden aussäten, bei der Ernte auf den ungedüngten, sowie auf den mit Phosphorsäure gedüngten Parzellen vorwiegend halbmehlige oder übergehende Körner von heller Farbe erhielten, welche gross und voll, von glatter, glänzender Oberfläche waren. Stickstoffdüngungen dagegen erzeugten nur kleine, jedoch gut ausgebildete Körner von durchweg harter, glasiger Beschaffenheit und dunkler Farbe. Es stellte sich ferner heraus, dass erstens durch verstärkte Düngung mit Ammoniaksalz oder salpetersauren Salzen stickstoff- und kleberreichere Körner erzeugt wurden, wie solches bereits von Hermstädt und Boussingault gezeigt wurde, dass 2. durch gleichzeitige Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung die Stickstoffzu-

[1]) Ritthausen und R. Pott, Landwirtschaftliche Versuchsstationen XVI, 1873 S. 384 ff.

nahme in den Körnern noch mehr gesteigert werden kann als durch Stickstoffdüngung allein.

Kraus[1]) fand, dass der Stickstoffgehalt der Gersten umso höher wurde, je reichlicher die Stickstoffzufuhr; mit dem grösseren Stickstoffgehalte ging bei seinen Untersuchungen ein grösserer Gehalt an glasigen Körnern Hand in Hand, und das Vermögen der glasigen Körner, durch dreissigstündige Weiche mehlig zu werden, war geringer. Bei unterfränkischer Gerste fand der gleiche Forscher, dass Düngung mit Stickstoff und Lagerung die Glasigkeit sehr bedeutend steigerte; ebenso bewirkte die Düngung eine Verminderung der Umwandlungsfähigkeit. Die Verabreichung von Stickstoff beeinflusste sowohl den Stärke- als den Stickstoffgehalt. Bei den nicht gelagerten Chevalliergersten war der Sticksoffgehalt umso höher, je reicher die Düngung. Vergleicht man die chemische Zusammensetzung mit der Mehlkörperstruktur, so ergeben sich aus den Versuchen, dass, soweit in den vorgerückten Reifestadien überhaupt Unterschiede in der Glasigkeit bestanden, die letztere da geringer war, wo der Stickstoffgehalt niedriger war. Dagegen liessen die speziellen Grade der Glasigkeit keine Beziehung zu den Stickstoffgehalten ersehen. Verfasser erklärt daher, dass trotz der Wichtigkeit des Proteingehaltes für die Glasigkeit der Proteingehalt durchaus nicht die einzige massgebende Ursache für das Zustandekommen der glasigen Struktur sein könne.

Prior[2]) unterschied denn auch in neuester Zeit dreierlei Ursachen der Gerstenglasigkeit. Ursache der scheinbaren Glasigkeit sind nach ihm die im Endosperm der Gerste enthaltenen wasserlöslichen, vorwiegend kolloidalen stickstofffreien und stickstoffhaltigen Körper, welche die

---

[1]) C. Kraus, Ueber den Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Struktur und den Stickstoffgehalt der Gerstenkörner. Zeitschr. f. d. gesamte Brauwesen. 1892, No. 11.

[2]) Prior, Mitteilung der österr. Versuchsstation und Akademie für Brauereiindustrie, Wien; durch Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agrikulturchemie, 1908, S. 246, ff.

stärkeführenden Zellen verkitten; die wirkliche Glasigkeit besteht in einer Verkittung der stärkeführenden Zellen durch alkohollösliches Hordein und unlösliches Proteid; die absolute Glasigkeit in einer durch das unlösliche Proteid allein bewirkten Glasigkeit.

Bei Vanha's[1]) Versuchen wurde die Beschaffenheit des Endosperms von einer mässigen Stickstoffdüngung bis zu 50 kg pro ha nur wenig beeinflusst, dagegen setzte eine starke Stickstoffdüngung die Mehligkeit der Körner bedeutend herab. Der Proteingehalt der Körner wurde durch mässige Düngung mit Stickstoff gegenüber ungedüngt etwas herabgesetzt, mit steigenden Stickstoffgaben erhöhte sich derselbe jedoch wieder.

P. Wagner[2]) ist der Ansicht, dass zu hoher Proteingehalt bei Gerste nur dann entsteht, wenn ein an sich schon unrentabler Ueberschuss von Stickstoff gegeben wird, oder wenn es an genügender Beidüngung von Phosphorsäure, Kali oder Kalk fehlt, oder wenn Ausnahmeverhältnisse eintreten, die der Entwicklung der Gerste ungünstig sind, Verhältnisse, die den erwarteten, in der Regel auch erzielbaren Erfolg nicht entstehen lassen, wodurch dann eine Anhäufung von unverbrauchtem Stickstoff in Stroh und Körnern verursacht wird, die in erhöhtem Proteingehalte zum Ausdruck komme.

Bei v. Seelhorst's Versuchen[3]) hat die Stickstoffdüngung sowohl im Durchschnitt als auch in der Wenig- und Mittelwasserreihe stets eine starke Anreicherung an Stickstoff im Gerstenkorne bewirkt, während umgekehrt in der Vielwasserreihe durch die Stickstoffdüngung der Gehalt an Stickstoff im Gerstenkorne etwas herabgesetzt wurde. Verfasser folgert daraus, dass Stickstoffdüngung zu Gerste mit umso grösserer Vorsicht angewendet werden

[1]) Vanha, Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich 1901, S. 59 ff.

[2]) P. Wagner, Darf man Braugerste mit Stickstoff düngen? Sonderabdruck des landw. Zentralblattes, No. 17, 1904.

[3]) v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1900, S. 346 u. 34

muss, je trockener der Boden ist, dass umgekehrt bei feuchtem Boden die Gefahr, eine zu stickstoffreiche Braugerste durch Stickstoffdüngung zu erzielen, eine geringere ist.

Horecky[2]) fand infolge von Stickstoffdüngung in 7 von 10 Fällen eine Steigerung der Trockensubstanz und damit im Zusammenhange in ebenfalls 7 Fällen eine Erhöhung des Proteingehaltes, namentlich der Eiweisskörper der Gersten. Betrachtet man jedoch die Strukturverhältnisse des Endosperms, so zeigt sich, dass in fast allen Fällen mit der Stickstoffdüngung der Prozentsatz mehliger plus übergehender Körner gestiegen ist, und zwar erhöhte sich der Prozentsatz mit der Teilung der Salpetergabe.

Zur Beurteilung des Mehligkeitsgrades der einzelnen Körnererträge wurden in nachstehenden Untersuchungen jeweils soweit möglich mehrere hundert Körner untersucht. Die Mehligkeitsbestimmung erfolgte mittels des Pohl'schen Kornprüfers.

Die Stickstoffbestimmungen wurden in der an hiesiger Zentral-Versuchsstation üblichen Weise nach der Kjeldahl'schen Methode Wilfarth-Ulsch'scher Modifikation (Phosphorschwefelsäure mit Kupferoxyd und 1 Tropfen Platinchloridlösung) ausgeführt, und der gefundene Stickstoffgehalt unter Annahme von 16 % Stickstoff in der Nh-Substanz mit 6,25 multipliziert, um den Gehalt an Rohprotein zu erhalten. Sowohl Stickstoffgehalt wie Proteingehalt sind in Prozenten der Trockensubstanz der Körner eingesetzt. (s. Tab. auf nächster Seite.)

Der Einfluss der Salpeterdüngung selbst wie derjenige der Zeit der Verabreichung derselben auf die Struktur des Mehlkörpers ist aus nachfolgenden Zahlen deutlich erkennbar. Den weitaus höchsten Prozentsatz mehliger und übergehender Körner weist ungedüngt auf. Durch die Salpeterdüngung selbst wurde bei allen Düng-

[2]) Horecky, Die reine Salpeterdüngung in ihrer Beziehung zur qualitativen Ausbildung des Gerstenkornes. Budweis 1903, S. 18 u. ff.

1. Goldthorpe-Gerste.

Gefäss	Mehlige Körner %	Uebergeh. Körner %	Glasige Körner %
Ungedüngt	40,5	31,1	28,8
A_5—A_8	3,0	19,0	78,0
A_9—A_{12}	2,5	14,3	83,2
B_1—B_4	8,5	19,5	72,0
B_5—B_8	4,0	12,3	83,7
B_9—B_{12}	5,5	15,5	79,0
C_5—C_8	14,5	18,0	67,5
C_9—C_{12}	15,5	26,3	58,2
D_1—D_3	20,3	29,7	50,0
D_4—D_6	15,0	28,0	57,0
E_4—E_6	17,0	34,6	48,4

ungen die Glasigkeit der Körner ganz bedeutend gesteigert und zwar verschieden je nach der Zeit der Verabreichung der Düngung. Ausgesprochen mehlige Körner waren bei sämtlichen bis vor Beginn des Schossens verabreichten Düngungen jeweils nur einige wenige Prozente vorhanden, am meisten noch bei den Gefässen B_1—B_4, welche auch unter den vor dem Schossen gedüngten Gefässen den geringsten Prozentansatz glasiger Körner produzierten, am wenigsten dagegen bei der alle vier Tage verabreichten Düngung der Gefässe A_9—A_{12}, welche gleich der ganzen Gabe zur Bestockung (B_5—B_8) auch den höchsten Prozentanteil glasiger Körner hervorbrachte. Von den beiden ganzen Salpetergaben hatte die spätere zur Bestockung den höchsten Prozentsatz glasiger Körner erbracht gegenüber der ganzen Gabe nach dem Auflaufen der Saat. Von den beiden geteilten Düngungen hatte die Teilung $^1/_2$ vor Bestockung und $^1/_2$ am Ende des Schossens der Gefässe B_1–B_4 die Glasigkeit vermindert gegenüber der Teilung $^1/_2$ vor Bestockung und $^1/_2$ bei Beginn des Aus-

tritts der Grannenspitzen aus der Scheide der Gefässe B_9—B_{12}.

Auffallend ist die bei sämtlichen zum Schossen und später verabreichten Düngungen eingetretene Zunahme der Zahl der mehligen und übergehenden Körner und diese Abnahme der Glasigkeit wurde um so grösser, je später (Düngungen von C_9 - C_{12} ab) die Salpetergaben zur Verabreichung gelangten.

Gefäss	Trockensubstanzgehalt %	Stickstoffgehalt %	Eiweissgehalt %
Ungedüngt	86,495	1,5066	9,416
A_5—A_8	87,160	1,7719	11,074
A_9—A_{12}	87,345	2,3659	14,687
B_1—B_4	86,065	2,5082	15,676
B_5—B_8	86,145	1,7775	11,110
B_9—B_{12}	86,360	2,2913	14,320
C_5—C_8	86,660	2,2682	14,076
C—C_{12}	86,555	2,5801	16,126
D_1—D_3	86,385	2,7325	17,079
D_4—D_6	86,190	3,0136	18,835
E_1—E_6	86,550	3,2444	20,277

Auf die chemische Beschaffenheit der Gerstenkörner übte die Salpeterdüngung und die Zeit ihrer Verabreichung einen durchgreifenden Einfluss aus. Der Trockensubstanzgehalt der einzelnen Ernten zeigte zwar verschiedene kleine Unterschiede, doch lassen dieselben keine bestimmten Schlüsse zu. Umso tiefgreifender war jedoch die Wirkung des Salpeters auf den Proteingehalt der Körner, welcher durchgehends durch die Düngung erhöht wurde. Den geringsten Gehalt an Rohprotein hatte die Ernte der ungedüngten Gefässe; sämtliche Düngungen haben eine bedeutende Zunahme des Stickstoffsgehaltes bewirkt, die je nach der Zeit der Verabreichung des Stickstoffs wieder verschieden gross war. Je zeitiger der

Salpeter zur Verabreichung gelangte, desto geringer war die Steigerung des Gehaltes an Rohprotein. Die niedrigsten Proteingehalte unter den Düngungen hatten die beiden ganzen Gaben nach dem Auflaufen der Saat bezw. zur Bestockung, bei den anderen ganzen Gaben stieg der Proteingehalt mit der späteren Zeit der Verabreichung. Versorgung der Gerste mit Stickstoff in frühester Jugend erzeugte also eine bedeutend bessere Kornqualität als eine wenn auch kleine Stickstoffzufuhr zur Zeit der Kornbildung. Aehnlich wie bei den ganzen Gaben machte sich auch bei den geteilten Düngungen die gleiche Erscheinung bemerkbar, indem sämtliche geteilten Düngungen höhere Proteingehalte verursachten als die beiden frühen ganzen Salpetergaben. Unter sich verglichen zeigte sich ebenfalls die gleiche Tendenz, dass nämlich der Gehalt an Rohprotein in gleichem Masse und bei sämtlichen Düngungen zunimmt, je später ein Teil der Salpeterdüngung oder auch beide Teile zur Verfügung gestellt wurden.

Beziehungen zwischen dem Proteingehalte der einzelnen Körnererträge und deren Mehlkörperstruktur waren keine zu konstatieren; die starke Abnahme der Glasigkeit bei den Ernten der zum Schossen und später gedüngten Gefässe war sogar mit einem ganz bedeutendem Ansteigen der Proteingehalte infolge der späteren Stickstoffzufuhr verbunden. Man sieht also, dass selbst innerhalb derselben Sorte es nicht zulässig ist, aus der Mehlkörperstruktur Schlüsse auf den Eiweissgehalt der Körner zu ziehen. Als Beweis hiefür wäre auch noch die Ernte der Gefässe B_1—B_4 anzuführen, welche unter den frühen Düngungen die niedrigste Glasigkeit aufweist, dabei jedoch den höchsten Proteingehalt hat.

2. Thüringer Winter-Weizen.

Der Einfluss der Düngung wie der Zeit der Verabreichung auf die Mehlkörperstruktur ist deutlich erkennbar. Sowohl die ganze Gabe als auch die halbierte Düngung im Herbste haben den Prozentanteil der mehligen und

übergehenden Körner gegenüber ungedüngt etwas erhöht, sodass die Glasigkeit dabei nur mehr 3,4 bis 3,8% gegenüber 5,8% bei ungedüngt betrug. Dagegen hat die in drei Teilen verabreichte Herbstdüngung den Mehligkeitsgrad der Ernte sehr herabgesetzt und dementsprechend den Prozentanteil der glasigen Körner stark vermehrt. Aehnlich wie die drei Herbstdüngungen haben auch die

Gefäss	Mehlige Körner %	Uebergeh. Körner %	Glasige Körner %
Ungedüngt	81,0	13,2	5,8
A_1—A_4	84,4	12,2	3,4
A_5—A_8	82,2	14,0	3,8
A_9—A_{12}	55,0	25,6	19,4
B_1—B_4	79,4	17,2	3,4
B_5—B_8	70,0	25,8	4,2
B_9—B_{12}	43,8	30,8	25,4
C_2—C_4	24,8	32,2	43,0
C_5—C_6	7,2	26,0	66,8

drei Frühjahrsdüngungen gewirkt, indem auch bei ihnen durch die ganze und die in zwei Teilen verabreichte Salpetergabe die Glasigkeit gegenüber ungedüngt vermindert wurde, doch wurde dabei der Prozentanteil der mehligen Körner nicht vermehrt sondern erniedrigt, und nur der prozentuelle Anteil der übergehenden Körner erfuhr eine allerdings nicht unbeträchtliche Erhöhung. Die in drei Teilen verabreichte Frühjahrsdüngung hat infolge der späten Salpetergabe zur Blüte noch viel energischer auf eine Verminderung der Mehligkeit und eine Erhöhung der Prozentanteile der übergehenden und glasigen Körner hingewirkt als die in drei Teilen gegebene Herbstdüngung. Sehr stark wirkte die ganze Gabe zum Schossen auf eine Erhöhung der Glasigkeit und dementsprechende Verminderung des Anteils mehliger Körner hin, während die hal-

bierte Düngung zum Schossen und zur Blüte den Mehligkeitsgrad der Ernte sogar auf 7,2% herabdrückte zu Gunsten des Anteils der glasigen Körner welcher sich auf 66,8% dadurch erhöhte. Dabei ist jedoch darauf aufmerksam zu machen, dass dieser hohe Anteil glasiger Körner bei den beiden letzten Düngungen neben den späten Salpetergaben auch in der geringeren Körnermenge mit ihren Grund haben mag, indem dadurch dem einzelnen Korne zur Zeit seiner Ausbildung eben mehr Stickstoff zur Verfügung stand. Man sieht hier umgekehrt wie bei Gerste die Tendenz, dass sehr frühe Salpetergaben auf eine Erniedrigung, sehr späte auf eine Erhöhung der Glasigkeit hinwirken, welche letztere umsomehr steigt, je später Salpetergaben zur Verabreichung gelangen. Geteilte Düngungen haben immer die Glasigkeit der Ernte gegenüber einmaliger, ganzer Gabe erhöht.

Gefäss	Trockensubstanzgehalt %	Stickstoffgehalt %	Eiweissgehalt %	Tausendkorngew. d. Gesamternte gr
Ungedüngt	89,685	1,8200	11,375	47,993
A_1—A_4	91,300	1,6002	10,001	49,633
A_5—A_8	90,275	1,6331	10,207	47,975
A_9—A_{12}	89,825	1,9636	12,273	51,111
B_1—B_4	89,760	1,5202	9,501	51,471
B_5—B_8	89,650	1,6200	10,125	54,769
B_9—B_{12}	89,710	1,7948	11,217	52,653
C_1—C_4	89,585	2,0472	12,695	49,373
C_5—C_8	89,725	2,5917	16,198	46,989

Auch bei der chemischen Zusammensetzung der Weizenkörner ist der Einfluss der einzelnen Salpeterdüngungen unverkennbar. Sowohl die ganze wie die in zwei Teilen verabreichte Salpetergabe der Gefässe A_1—A_4, und A_5—A_8 haben den Trockensubstanzgehalt nicht unbedeutend erhöht, den Eiweissgehalt dagegen gegenüber ungedüngt erniedrigt, während die in drei Teile geteilte Herbstdüngung der Gefässe A_9—A_{12} den Gehalt an Roh-

protein nicht unbedeutend in die Höhe trieb. Den niedrigsten Proteingehalt mit 9,50 % von allen Düngungen wies die ganze Gabe im Frühjahre auf; die halbierte und gedrittelte Düngung erhöhten denselben zwar etwas, doch blieb derselbe bei beiden hinter demjenigen der ungedüngten zurück. Der niedrigere Proteingehalt der Ernte der ganzen Salpetergabe zur Bestockung im Frühjahre gegenüber dem der ganzen Gabe nach dem Auflaufen der Saat im Herbste und ebenso bei den geteilten Düngungen ist zum grossen Teile darauf zurückzuführen, dass, wie die Tausendkorngewichte zeigen, im allgemeinen die drei Frühjahrsdüngungen jeweils mehr grosse Körner aufzuweisen hatten, und dementsprechend bei den chemischen Untersuchungen auf 2 gr. Körner bei den Herbstdüngungen eben eine grössere Zahl traf. Eine starke Erhöhung der Proteingehalte brachten die beiden Düngungen zum Schossen und zwar die halbierte Düngung in weit höherem Masse als die ganze Gabe. Deutlich tritt bei den einzelnen die Tendenz hervor, dass späte Salpetergaben eine erhöhte Eiweisslagerung im Korn begünstigen, die gleiche Erscheinung tritt auch mit Teilung der Düngung ein, indem der Eiweissgehalt der Ernten jedesmal mit Teilung der Salpetergabe stieg.

Beziehungen zwischen dem Proteingehalt der Körner und der Mehlkörperstruktur machen sich beim Weizen mehr bemerklich als bei Gerste, indem innerhalb der einzelnen Düngungsgruppen jeweils mit der Teilung der Düngung erhöhte Glasigkeit und erhöhter Eiweissgehalt Hand in Hand gehen, doch lässt der jeweilige Grad der Glasigkeit keinen direkten Schluss auf die Höhe des Proteingehaltes zu, da die Differenzen zu gering sind, sodass auch hier es nicht zulässig ist, aus dem Grade der Mehligkeit der Ernte auf die Höhe des Eiweissgehaltes zu schliessen. Als Beweis hiefür führe ich nun die Ernten der Gefässe A_9 - A_{12} und C_1—C_4 an, welche bei ähnlichem Eiweissgehalte doch grundverschiedene Strukturverhältnisse aufweisen.

3. Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Gefäss	Mehlige Körner %	Uebergeh. Körner %	Glasige Körner %
Ungedüngt	55,5	26,0	18,5
SW_{1-4}	14,0	35,0	51,0
SW_{5-8}	14,0	31,0	55,0
SW_{9-12}	30,5	31,0	38,5
SW_{13-16}	11,5	26,5	62,0
SW_{17-20}	15,0	38,0	47,0
SW_{21-25}	7,5	22,0	70,5
SW_{25-28}	9,0	32,0	59,0

Auch hier machte sich der Einfluss der Salpeterdüngung auf die physikalische Beschaffenheit des Endosperms deutlich erkennbar, indem bei sämtlichen Düngungen der Prozentanteil der glasigen Körner gegenüber ungedüngt bedeutend zunahm. Der Einfluss der Zeit der Düngung machte sich ebenfalls kenntlich. Während nämlich die ganze Salpetergabe sowie die halbierte Düngung nach dem Auflaufen der Saat die Glasigkeit auf 51 resp. 55 % erhöhte und die Mehligkeit auf 14 % herabdrückte gegenüber 55,5 % mehliger Körner bei ungedüngt, hat die in drei Teilen verabreichte Düngung nach dem Auflaufen die Mehligkeit wieder auf 30,5 % erhöht und die Glasigkeit auf 38,5 % heruntergesetzt. Die beiden Düngungen zur Bestockung haben gleichfalls verschieden gewirkt, indem die halbierte Düngung die Glasigkeit bis 62 % erhöhte und damit den Prozentanteil der mehligen Körner bis auf 11,5 % erniedrigte, während die in drei Teilen verabreichte Gabe wieder mehr ausgleichend wirkte und die Glasigkeit zu Gunsten der mehligen und speziell der übergehenden Körner herabsetzte. Die beiden Düngungen zur Blüte brachten die niedrigsten prozentuellen Anteile an mehligen Körnern und soweit die ganze Gabe in Betracht kommt, auch an übergehenden Körnern, sodass bei der-

selben der Prozentanteil der glasigen Körner bis auf 70,5 % stieg, während die halbierte Düngung in dieser Beziehung nicht so extrem wirkte, da sie auch den Anteil der übergehenden Körner stark erhöhte. Grössere Salpetergaben speziell solche zur Zeit der Blüte wirkten sehr stark auf eine Erhöhung der Glasigkeit hin.

Gefäss	Trockensubstanzgehalt %	Stickstoffgehalt %	Eiweissgehalt %
Ungedüngt	89,225	1,4752	9,2202
SW_{1-4}	89,375	2,1993	13,745
SW_{5-8}	89,275	2,7423	17,140
SW_{9-12}	89,325	2,7900	17,437
SW_{13-16}	89,225	2,6751	16,719
SW_{17-20}	89,325	2,8882	18,051
SW_{21-24}	89,250	3,5592	22,245
SW_{25-28}	89,325	3,4180	20,876

Der Proteingehalt sämtlicher Ernten wurde infolge der Düngung bedeutend erhöht und zwar jeweils verschieden stark je nach der Zeit der Verabreichung. Den geringsten Proteingehalt nach ungedüngt wies die ganze Gabe nach Auflaufen der Saat auf, während die beiden geteilten Düngungen denselben erhöhten und zwar die dreigeteilte Düngung in höherem Grade als die halbierte Düngung. Während nun bei der halbierten Düngung zur Bestockung der Proteingehalt infolge des sehr hohen Anteils grosser Körner um ein geringes wieder zurückging, erhöhte ihn die dreigeteilte Düngung zur Bestockung wieder ganz beträchtlich infolge der zum Schossen und zur Blüte verabreichten Teilgaben. Sehr starke Erhöhungen der Proteingehalte bewirkten die beiden Düngungen zur Blüte und zwar die ganze Gabe zum Beginn der Blüte in stärkerem Masse als die halbierte Düngung, indem bei ersterer der Gehalt der Ernte an Rohprotein auf 22,2 % anstieg gegenüber 20,8 % bei der halbierten

Düngung. Die Trockensubstanzgehalte lassen keine grösseren Unterschiede erkennen.

Beziehungen zwischen den Proteingehalten der Körner und ihren Strukturverhältnissen sind auch hier nur insoferne zu erkennen, als der sehr niedrige Prozentsatz glasiger Körner bei ungedüngt einen ziemlich geringen Proteingehalt erwarten liess und umgekehrt bei den Düngungen die hohen Anteile glasiger Körner einen hohen Eiweissgehalt; doch zeigte sich auch hier, dass es nicht angeht, aus dem Grade der Glasigkeit einer Ernte Schlüsse auf einen grösseren oder geringeren Proteingehalt zu ziehen, wie man deutlich aus einer Vergleichung der Daten der Gefässe $SW_{9\ 12}$ und $SW_{13\ 16}$ ersehen kann, welch letztere trotz des hohen Prozentsatzes glasiger Körner doch einen geringeren Proteingehalt aufweisen als erstere.

Aus vorstehenden Versuchsergebnissen lassen sich demnach folgende **Resultate** ableiten:

1. Bei Gerste wurde durch die Salpeterdüngung der Prozentanteil der glasigen Körner um den doppelten bis dreifachen Betrag erhöht, wobei sämtliche Düngungen, welche bis vor dem Schossen zur Verabreichung gelangt waren, die Erhöhung der Glasigkeit bedeutend mehr begünstigt hatten, als die zum Schossen oder später verabreichten Salpetergaben. Ganze Gabe zur Bestockung hat die Glasigkeit am meisten gesteigert.
2. Bei Winterweizen wirkten sehr frühe Salperterdüngungen auf eine Erniedrigung, sehr späte auf eine Erhöhung der Glasigkeit hin, welch letztere umso mehr stieg, je später Salpetergaben zur Verabreichung gelangten. Teilung der Düngung hat immer die Glasigkeit der Ernte erhöht, da dadurch den Pflanzen noch später Stickstoff zugeführt wurde. Salpetergaben nach dem Schossen hatten jedesmal eine starke Erhöhung der Glasigkeit zur Folge.

3. Bei Sommerweizen wurde ähnlich wie bei Gerste durch Salpeterdüngung der Prozentsatz glasiger Körner um das doppelte bis dreifache vermehrt, wobei die Tendenz sich bemerkbar machte, dass späte Düngungen sowie Teildüngungen mit späten Salpetergaben eine Erhöhung der Glasigkeit gegenüber frühen Düngungen stark begünstigten. Dreiteilung der Düngung hatte jedoch hier im Gegensatz zu Winterweizen immer ausgleichend gewirkt durch Verringerung der Glasigkeit. Der die Glasigkeit erhöhende Einfluss grösserer später Salpetergaben trat auch hier sehr stark hervor.
4. Die Trockensubstanzgehalte wurden durch sehr frühe Salpeterdüngungen durchgehends etwas erhöht, jedoch nur um geringe Beträge; weitere Schlüsse liessen die zu geringen Unterschiede nicht zu.
5. Die Salpeterdüngung hat bei Gerste und Sommerweizen in sämtlichen Fällen, bei Winterweizen in fast allen Fällen eine bedeutende Erhöhung der Proteingehalte der Ernten bewirkt, welche bei ersterem um so grösser war, je später Salpetergaben zur Verabreichung gelangten; bei Winterweizen wirkten in dieser Richtung hin in gleichem Sinne erst diejenigen Düngungen deutlich, bei denen Salpeter beim Schossen oder zur Blüte also sehr spät verabreicht wurde. Mit Teilung der Salpetergabe stieg bei sämtlichen Versuchen auch der Gehalt an Rohprotein.
6. Wenn auch dei den Versuchen innerhalb einzelner Düngungsgruppen jeweils mit der Teilung der Düngung erhöhte Glasigkeit und erhöhter Proteingehalt Hand in Hand gingen, so liess doch der jeweilige Grad der Glasigkeit keinen direkten Schluss auf die Höhe des Proteingehaltes zu; die Versuche bestätigen somit, dass es nicht zulässig ist, aus dem Grade der Glasigkeit einer Ernte derselben Sorte Schlüsse auf einen grösseren oder geringeren Proteingehalt zu ziehen.

7. Die Versuchsergebnisse bestätigen ferner, dass trotz der Wichtigkeit des Proteingehaltes für die Glasigkeit der Proteingehalt durchaus nicht die einzige massgebende Ursache für das Zustandekommen der glasigen Struktur sein kann; man vergleiche nur die Ergebnisse des Gerstenversuchs.

C. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Ergebnisse der Versuchsanstellungen zeigen die Wirkungen der verschiedenzeitigen Salpetergaben auf die Ausbildung einzelner Sorten von Gerste, Winter- und Sommerweizen unter bestimmten Bedingungen, wobei ungedüngten Pflanzen von schwachem Wuchse Pflanzen gegenüberstanden, welche infolge Versorgung mit allen Nährstoffen und bei mässiger Stickstoffernährung zu einem guten, aber in keiner Weise übermässigen Wachstum gelangten. Sie befanden sich auch im besten Lichtgenuss und waren mit Wasser gleichmässig versorgt. Da das Bodenmaterial stickstoffarm war, so mussten die Stickstoffwirkungen scharf zum Ausdruck kommen, und die Fortsetzung der Düngungen bis zu Entwicklungszuständen, in denen im Feldbestande nicht mehr gedüngt werden kann, liess die Wirkungen noch in sehr vorgerückten Stadien ersehen.

Je nach dem Zeitpunkte der Gaben verursachten die verabreichten Salpetermengen verschiedene Aenderungen im Entwicklungsgang und der schliesslichen Ausbildung der Pflanzen; dabei war aber mehrfach nicht erreichbar, dass die durch eine bestimmte Düngung hervorgerufenen, in der einen Richtung vorteilhaften Abänderungen zugleich mit vorteilhaften Aenderungen in anderen für die Nutzbarkeit belangreichen Richtungen verbunden waren, im Gegenteil brachten mehrfach Vorteile nach der einen Richtnng Einbussen nach andern mit sich.

1. Frühzeitig vor oder während der Bestockung verabreichte Salpeterdüngungen sowie bei Winterweizen zeitig im Frühjahr während der Bestockung gegebener Salpeter beförderten den Uebergang von Halmen mit geringerer in solche mit grösserer Zahl gestreckter Glieder in hohem Masse. Je gleichmässiger die Stickstoffernährung, umso gleichmässiger die Gliederzahl der Halme.
2. Durch die verschiedenzeitige Salpeterdüngung wurde sowohl die Gesamthalmlänge als auch der Aufbau der Halme verschieden beeinflusst. Jede noch während des Schossens verabreichte Salpeterdüngung konnte noch eine Vergrösserung der Gesamthalmlänge gegenüber ungedüngt und späteren Düngungen hervorrufen, das Maas der Halmverlängerung stand jedoch auch in Beziehung zum Maase der Bestockung, indem durch diese die Halmlänge herabgesetzt werden konnte.
3. Die grössere Gesamthalmlänge ging aus der je nach der Zeit Salpeterdüngung verschiedenen Verlängerung verschiedener Halmglieder hervor. Gegen Ende der Bestockung und insbesondere zum Schossen oder während desselben verabreichte Salpetergaben begünstigten in ausserordentlich hohem Masse das Längenwachstum des obersten Gliedes. Eine relative Verlängerung der unteren und Verkürzung des obersten Internodiums durch die Salpeterdüngung war unter den Versuchsbedingungen nur beim Sommerweizen nachzuweisen; bei Gerste und beim Winterweizen bestand dagegen durchweg eine bedeutende Verringerung der relativen Längenanteile der untersten zwei Internodien infolge der Salpeterdüngung.
4. Das Dickenwachstum der Halmglieder war direkt abhängig von der Grösse der noch vor Ende des Schossens verabreichten Salpetergaben; es entsprach also dem grösseren durch Düngung bewirkten Längenwachstum ein grösseres Dickenwachstum, was sich aber je nach der Düngungszeit dem Halme ent-

lang in verschiedener Weise äusserte. Bei dem Dikkenwachtum der unteren Halmglieder war die vor der Bestockung oder spätestens zur Zeit der Anlage der Seitensprosse verfügbare Menge Stickstoff ausschlaggebend; jede noch vor dem Schossen verabreichte Salpeterdüngung hatte noch eine Vergrösserung der Halmdicke sämtlicher Halmglieder zu Folge, während jede nach Beginn oder während des Schossens verabreichte Stickstoffdüngung nur mehr eine Verdickung der mittleren und oberenInternodien bewirkte und zwar in der Weise, dass mit der späteren Zeit, der Zufuhr des Nährstoffesauch desto später entwickelte, d. h. obere Internodien sich verdickten.

5. Salpeterdüngung bewirkte (Bestimmungen bei Winterweizen) eine je nach Art der Verabreichung verschieden grosse Zunahme der Wandstärken der einzelnen Internodien gegenüber ungedüngt. Diese Zunahme beruhte auf der Verstärkung einzelner nach Art der Salpeterdüngung verschiedener Gewebeformen. Am bedeutungsvollsten ist, dass der Sklerenchymring im 1. Internodium stärker wurde, hauptsächlich wenn die Salpetergabe zeitig genug erfolgt war. Zeitige, mässige Salpetergaben liessen zugleich ein Sklerenchym mit grosser Dicke der Zellmembranen und kleinen Zelllumen enstehen, spätere Gaben wirkten auf die Ausbildung von Zellen mit weiteren Lumen und dünneren Membranen hin, sie begünstigten zugleich die Bildung von innerem Parenchym, dessen Zellen in gleichem Sinne wie die Sklerenchymzellen modifiziert wurden. Die Vergrösserung der Sklerenchymbildung war bei zeitiger Düngung auch eine relative (der prozentische Anteil am Wandquerschnitt war grösser geworden), nicht aber bei späteren Düngungen, wo er sogar abnehmen konnte.
6. Aus obigen Befunden folgt, dass bei Salpeterdüngung keineswegs anatomische Schwächungen eintreten müssen, im Gegenteil, ebenso gut anatomische Verstär-

kungen entstehen können, grössere Dicke der Halmwandung und der Internodien selbst. Neben den verabreichten Salpetermengen ist dabei auch der Entwicklungszustand der Pflanzen bestimmend, in welchem die Zufuhr geschieht. Hier hat sich gezeigt, dass es ganz besonders auf die gute und richtige Ernährung in der Zeit der Anlage und ersten Ausbildung der Halme ankommt, dass also angemessene Stickstoffernährung in der Jugend von mechanisch kräftiger Wirkung ist, und zu den Mitteln der Hintanhaltung von Lagerung gerechnet werden muss.

7. Salpeterdüngung, welche noch bis vor Beginn der Blüte verabreicht wurde, bewirkte durchweg eine starke Zunahme der Aehrenlängen, die jedoch je nach der Art der Verabreichung sehr verschieden gross war, nämlich um so geringer, je später den Pflanzen die Stickstoffnahrung zugeführt wurde. Frühe Düngungen bewirkten eine Zunahme der Aehrenlängen unter gleichzeitiger Vermehrung der Aehrchenzahl, während spätere Düngungen eine Zunahme der Aehrenlänge nur mehr infolge Streckung der Aehrenspindel erzeugten. Düngungen, welche eine Erhöhung der Gliederzahl, der Gesamthalmlänge sowie des Dickenwachstums begünstigten, förderten auch die Aehrenlängen.
8. Die Aehrengewichte wurden ähnlich wie die Aehrenlängen durch Zufuhr von Stickstoff bedeutend erhöht, doch nahmen hieran insbesondere spätere Salpetergaben einen hervorragenden Anteil.
9. Aehrenlänge und Aehrengewichte gingen hiebei zwar nicht immer Hand in Hand, doch standen letzere in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnisse von ersteren, indem höchste Aehrengewichte eben nur dann erzielt werden konnten, wenn durch zeitige Düngung dafür Sorge getragen wurde, dass den Pflanzen zur Anlage und Ausbildung langer Aehren mit möglichst zahlreichen Aehrchen genügend Stickstoff zur Verfügung

stand, und diese langen Aehren durch spätere Stickstoffzufuhr in den Stand gesetzt waren, möglichst viele und grosse Körner zu produzieren.

10. Die Körnerdichte wurde durch die Zeit der Düngung sehr beeinflusst, indem Salpetergaben zum Schossen resp. zur Blüte die Vielkörnigkeit der Aehrchen beträchtlich erhöhten, während starke und frühzeitige Stickstoffdüngungen die Entstehung tauber Aehrchen an der Spitze und Basis der Aehren begünstigten; jedoch hoben auch zeitige Düngungen die Körnerdichte gegenüber ungedüngt noch ganz bedeutend. Die Zahl der unfruchtbaren Aehrchen wurde hauptsächlich durch spätere Düngungen, die jedoch noch vor oder während der Blüte verabreicht werden mussten, herabgesetzt.

11. Sehr günstig war der Einfluss der Salpeterdüngung auf die Höhe der Ernte; durch die Salpeterdüngung wurde eine je nach Zeit und Art der Verabreichung verschieden hohe, immer aber sehr beträchtliche Steigerung der Stroh- wie der Körnererträge erzielt. Bei der Erhöhung der Körnererträge entweder durch Zunahme der Aehrenzahl oder durch Verlängerung der Aehre und damit der Zahl der Aehrchen (und Körner) oder durch Zunahme der Körnerzahl der Aehrchen oder durch Zunahme des Gewichts der einzelnen Körner — waren diese Faktoren je nach der Düngungsweise in verschiedenem Masse und in verschiedenen Kombinationen beteiligt. Eine spezifische physiologische Wirkung des Salpeters auf die Entwicklung der Getreide, welche sich in einer einseitig gesteigerten Strohproduktion kundgeben soll, war nicht zu konstatieren; im Gegenteil förderte fast durchaus Salpeterdüngung, speziell solche mit späteren kleinen Gaben, die Körnerbildung weit mehr einseitig als die Strohproduktion.

Das Verhältnis zwischen Stroh und Körnern wurde deshalb durchgehends infolge Zufuhr von Salpeter

ein engeres und zwar je nach der Zeit der Verabreichung verschieden, indem spätere kleine Salpetergaben die Kornanteile stärker erhöhten. Für die Höhe des Ertrages erwies sich bei den Versuchen am günstigsten bei Winterweizen: $^1/_3$ Na NO_3 zur Bestockung im Frühjahre, $^1{}_3$ zum Schossen und $^1{}_3$ zur Blüte; bei dem Sommergetreide: $^1/_3$ Na NO_3 vor der Bestockung, $^1/_3$ zum Schossen und $^1{}_3$ zur Blüte, also in beiden Fällen die möglichste Gleichmässigkeit in der Stickstoffzufuhr.

12 Fast durchgehends hatte die Salpeterdüngung eine Erhöhung der Tausendkorngewichte der einzelnen Körnererträge zu Folge. Die Zeit der Verabreichung des Salpeters übte einen tiefgreifenden Einfluss sowohl auf die Tausendkorngewichte der Gesamternten, als auch auf diejenigen der einzelnen Korngrössen aus. Sehr frühzeitige Düngungen erwiesen sich einer Erhöhung der einzelnen wie der Gesamttausendkorngewichte weniger günstig wie spätere; am günstigsten wirkten Teilgaben, von denen die erste zur Bestockung im Frühjahre, die übrigen zum Schossen und insbesondere zur Blüte verabreicht wurden. Jene Düngungen, welche die höchsten Erträge gaben, lieferten auch in der Mehrzahl der Fälle Körner mit sehr hohen Anteilen an grossem Korne.

13. Der Spelzenanteil der Gerstenkörner wurde durch die Salpeterdüngung ohne Rücksicht auf die Zeit der Verabreichung, in allen Fällen heruntergedrückt, und zwar wirkten am günstigsten in dieser Richtung hin die geteilten Düngungen zur Bestockung sowie spätere Düngungen, indem sehr frühzeitige Düngungen, speziell starke Gaben in frühester Jugend die Tendenz aufwiesen, den prozentischen Spelzenanteil der Körner etwas zu erhöhen.

14. Der Prozentanteil glasiger Körner wurde durch die Salpeterdüngung sehr stark erhöht wobei Düngungen welche bis vor dem Schossen zur Verabreichung ge-

langt waren, bei Gerste die Erhöhung der Glasigkeit weit mehr begünstigten, als zum Schossen, oder später verabreichte Salpetergaben; am stärksten wirkte auf eine Erhöhung der Glasigkeit bei Gerste die ganze Salpetergabe zur Bestockung hin. Bei Winterweizen bewirkten sehr frühe Salpeterdüngungen eine Erniedrigung, sehr späte eine Erhöhung der Glasigkeit, die umso mehr stieg, je später die Salpetergaben zur Verabreichung gelangten. Teilung der Düngung sowie Salpetergaben nach dem Schossen haben dabei immer die Glasigkeit sehr stark erhöht. Aehnlich verhielt es sich auch bei Sommerweizen, nur dass hier Dreiteilung der Salpetergabe infolge Veringerung der Glasigkeit mehr Gleichmässigkeit in Bezug auf das Verhältnis der Körner mit verschiedener Mehlkörperstruktur hervorgerufen hat.

15. Trockensubstanzgehalte wurden durch sehr frühzeitige Salpeterdüngungen durchgehends etwas erhöht, jedoch nur um geringe Beträge.
16. Hinsichtlich des Einflusses der Zeit der Salpeterdüngung auf den Proteingehalt der Körner hat sich gezeigt, dass durch Salpeterdüngung bei Gerste und Sommerweizen in allen, bei Winterweizen in fast allen Fällen, eine bedeutende Erhöhung des Stickstoffgehaltes eintrat, welche umso grösser wurde, je später die Salpetergaben zur Verabreichung gelangten; bei Winterweizen wirkten in dieser Richtung hin erst diejenigen Düngungen in gleichem Sinne deutlich, bei denen Salpeter nach dem Schossen oder zur Blüte gegeben wurde. Mit Teilung der Salpetergaben stieg immer auch der Gehalt an Rohprotein.
17. Mit Zunahme der Körnererträge stieg meist auch der Proteingehalt der Ernten. Bei Gerste waren sonach diejenigen Düngungen, bei welchen die höchsten Körnererträge und die schwersten Körner erzielt wurden, durch Erhöhung des Stickstoffgehaltes für die Qualität nachteilig. Höchste Erträge an Körnern

(A_9—A_{12}) und verhältnismässig beste chemische Zusammensetzung waren unter den Versuchsbedingungen nicht zu erzielen. Aber schon die ganze Gabe zur Saat brachte nahezu den grössten Körnerertrag mit verhältnismässig geringer Zunahme des Proteingehaltes, wie denn überhaupt bei ähnlichen Ertragshöhen die Proteingehalte je nach der Düngungszeit sehr verschieden waren. Bei Gerste war also die frühzeitige Salpetergabe diejenige, welche sehr guten Mengenertrag mit annehmbarem Stickstoffgehalt der Körner erzeugte, ausserdem auch die Standfestigkeit am meisten begünstigte.

18. Der Grad der Glasigkeit liess keinen direkten Schluss auf die Höhe des Proteingehaltes zu, wenn auch mit der Teilung der Düngung erhöhte Glasigkeit und erhöhter Eiweissgehalt Hand in Hand gingen. Trotz der Wichtigkeit des Proteingehaltes für die Glasigkeit ist der Proteingehalt durchaus nicht der einzig massgebende Faktor für das Zustandekommen der glasigen Struktur.
19. Mit der Steigerung der Salpetergabe im Herbste, stieg die Empfindlichkeit der Pflanzen gegen Erfrieren und Auswintern; ebenso verhielt es sich mit den übrigen Düngungen in Bezug auf die Empfänglichkeit für Pilzbefall.

Vorstehende Ergebnisse zeigen deutlich, wie ungemein verschieden die Wirkungen der Salpeterdüngungen nach Güte und Menge des Ertrages ausfallen können, je nach Zeitpunkt und Art der Verabreichung und den in den einzelnen Entwicklungsstufen zur Wirkung kommenden Stickstoffmengen, auch mit Unterschieden nach Art der Getreide. Variierung der verabreichten Mengen würden voraussichtlich wieder manch andere Erscheinungen hervorgerufen haben. Wenn man in der Praxis der Feldkultur unter dem Einflusse mannigfacher begleitender Be-

dingungen recht verschiedene Wirkungen der Salpeterdüngung und darunter vielfach solche schädlicher Art beobachtet, so erweisen die genaueren Versuchsanstellungen, dass ungünstige Wirkungen wie Verminderung der Standfestigkeit, Empfindlichkeit gegen Pilzbefall, unerwünscht hoher Proteingehalt usw. doch weitgehend vermeidbar sind, falls eben die Anwendung des Salpeterstickstoffs in richtiger Art und Weise und in den gegebenen Verhältnissen entsprechenden Mengen geschieht, und dabei auch besonders beobachtet wird, dass es an der gleichzeitigen Versorgung mit den übrigen Nährstoffen nicht fehlen darf. Salpeterstickstoff ist für die Getreidekultur äusserst wertvoll, er erfordert aber auch, wenn er zum Guten ausfallen soll, eine besondere Umsicht bei der Verabreichung und es darf dabei ein rezeptmässiges Vorgehen am allerwenigsten Platz greifen.

Detail-Tabellen

zu

vorstehenden Untersuchungen

über

den Einfluss verschiedenzeitiger Salpeterdüngung auf Ausbildung und Ertrag der Getreidepflanze.

Die Längenverhältnisse der Halmglieder der 6gliedrigen Halme I. Ordnung.

Goldthorpe-Gerste.

Gefäss	Mittlere Halmlänge	Länge der Halmglieder in mm						Länge d. I. + II. Halmgl.
		I	II	III	IV	V	VI	
A_1	510,57	30,86	49,00	69,43	66,28	124,57	169,00	79,86
C_3	527,42	36,00	46,86	73,00	68,43	133,29	170,00	82,86
C_4	515,33	34,00	51,00	72,00	72,33	126,00	156,00	85,00
E_1	505,80	28,80	46,60	65,60	63,60	126,00	174,00	75,40
Gesamtmittel	514,78	32,41	48,37	70,01	67,66	127,46	167,25	80,78
C_5	520,20	34,60	39,20	55,60	67,40	136,80	186,60	73,80
C_8	560,75	32,25	44,00	57,75	76,50	125,25	222,50	76,25
Gesamtmittel	540,47	33,42	41,60	56,67	71,95	131,02	204,55	75,02
C_9	694,20	36,80	44,70	62,60	88,10	158,80	303,20	81,50
C_{11}	691,50	34,50	48,25	59,50	98,50	157,25	296,00	82,75
C_{12}	701,66	37,66	48,16	59,16	86,00	155,16	315,50	85,82
Gesamtmittel	695,79	36,32	47,04	60,42	90,87	157,07	304,90	83,36
D_2	504,00	30,28	51,00	63,14	74,57	111,00	174,00	81,28
D_3	535,16	36,33	53,66	68,83	73,17	126,83	176,50	89,99
Gesamtmittel	519,58	33,30	52,33	65,98	73,87	118,91	175,25	85,63
D_4	513,50	34,00	46,75	75,75	63,50	156,25	162,25	80,75
D_5	487,75	31,25	41,50	61,75	63,75	137,25	154,75	72,75
D_6	500,50	35,70	47,40	61,70	61,20	122,80	161,70	83,10
Gesamtmittel	500,58	33,65	45,21	66,40	62,81	138,77	159,57	78,86
E_5	505,33	32,67	48,00	73,67	61,00	129,67	160,33	80,67
E_6	495,60	34,80	46,80	64,80	63,60	129,20	156,00	81,60
Gesamtmittel	500,47	33,73	47,40	69,23	62,30	129,43	158,16	81,13

Die Längenverhältnisse der Halmglieder der 7 gliedrigen Halme I. Ordnung.

Goldthorpe-Gerste.

Gefäss	Mittel der Halmlängen	Länge der Halmglieder							Länge d. I. + II Halmgliedes
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
A_1	484,67	14,00	35,00	50,50	69,17	63,17	116,50	136,33	49,00
A_2	545,50	15,17	43,70	58,50	72,00	68,17	120,67	168,17	58,87
A_4	530,25	15,75	33,25	53,37	67,75	66,25	127,37	166,50	49,00
C_1	508,10	17,70	36,00	50,00	65,10	63,50	125,40	150,40	53,70
C_2	530,20	16,40	37,20	50,30	67,90	68,00	134,20	155,20	53,60
C_3	545,00	16,50	35,25	53,25	68,25	72,00	142,00	157,75	51,75
C_4	495,22	18,56	36,89	47,11	64,78	60,78	118,56	144,11	55,45
E_1	507,80	15,60	34,60	49,80	66,80	61,80	129,80	149,40	50,20
Gesamtmittel	518,34	16,21	36,48	51,60	67,72	65,46	126,81	153,48	52,69
A_5	780,33	25,22	44,66	82,44	92,66	98,44	179,22	258,77	69,88
A_7	746,44	17,11	41,78	63,62	101,11	95,78	177,11	253,67	58,89
A_8	767,14	28,30	39,14	87,61	95,00	102,71	184,71	227,57	67,44
Gesamtmittel	764,64	23,54	41,86	77,92	96,26	98,98	180,35	246,67	65,40
A_9	845,83	20,65	41,75	68,08	99,17	98,00	187,42	330,75	62,41
A_{11}	838,50	20,78	44,57	74,00	119,64	100,50	207,35	272,36	65,35
A_{12}	873,27	21,00	47,10	68,73	101,36	97,18	195,18	344,45	68,10
Gesamtmittel	852,53	20,81	44,47	70,27	106,72	98,56	196,65	315,85	65,28
B_1	845,00	19,75	52,12	71,00	104,50	94,37	205,00	298,27	71,87
B_2	848,28	20,28	49,86	68,28	107,86	93,43	199,14	309,43	70,14
B_3	851,66	20,50	40,00	67,50	101,83	106,66	199,33	315,83	60,50
Gesamtmittel	848,31	20,18	47,33	68,93	104,73	98,15	201,16	307,84	67,51
B_5	730,80	20,20	40,40	70,40	94,80	102,20	179,80	227,50	60,60
B_7	724,80	20,40	45,80	60,60	99,60	91,40	179,80	227,20	66,20
B_8	742,00	21,00	47,00	76,50	112,00	90,50	187,50	207,50	68,00
Gesamtmittel	732,53	20,53	44,40	69,17	102,13	94,17	182,37	220,73	64,93

Gefäss	Mittel der Halmlängen	Relative Länge der Halmglieder I	II	III	IV	V	VI	VII	Länge d. I.+II. Halmgliedes
B_9	817,58	19,42	42,08	66,75	108,50	97,00	177,83	282,00	61,50
B_{10}	799,44	16,11	39,33	64,33	102,44	102,33	177,33	297,44	55,44
B_{12}	797,40	23,80	46,60	72,60	111,60	97,60	179,20	270,00	70,40
Gesamtmittel	804,81	19,78	42,67	67,89	107,51	98,98	178,12	283,15	62,45
C_5	510,43	15,86	33,28	41,86	55,14	68,00	136,14	160,00	49,14
C_8	528,14	15,14	31,86	42,14	59,86	68,57	131,57	179,28	47,00
Gesamtmittel	519,28	15,50	32,57	42,00	57,50	68,28	133,85	169,64	48,07
C_{11}	700,43	13,43	36,43	49,57	64,14	89,86	155,28	291,71	49,86
C_{12}	696,75	13,75	35,37	46,25	58,75	81,12	158,00	303,50	49,12
Gesamtmittel	698,59	13,59	35,90	47,91	61,44	85,49	156,64	297,60	49,49
D_1	512,50	16,90	34,50	45,10	67,50	61,30	131,50	154,70	51,40
D_2	528,20	16,80	39,60	52,00	64,80	70,20	121,80	165,00	56,40
D_3	534,08	16,75	37,75	54,75	69,50	69,00	122,75	163,50	54,50
Gesamtmittel	525,24	16,82	37,28	50,62	67,27	66,83	125,35	161,07	54,10
D_4	486,60	13,20	33,00	47,00	75,20	57,80	122,80	137,60	46,20
D_6	496,00	13,60	39,00	50,60	66,80	62,40	111,60	152,00	52,60
Gesamtmittel	491,30	13,40	36,00	48,80	71,00	60,10	117,20	144,80	49,40
E_5	513,15	14,43	34,71	51,14	64,57	61,43	123,57	163,30	49,14
E_6	461,85	14,50	35,67	47,17	60,67	57,67	120,67	125,50	50,17
Gesamtmittel	487,50	14,47	35,19	49,15	62,62	59,55	122,12	144,40	49,66

Die Längenverhältnisse der Halmglieder der 8 gliedrigen Halme I. Ordnung.

Goldthorpe-Gerste.

Gefäss	Mittel der Halmlängen	Länge der Halmglieder I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Länge d. I. + II. Halmgliedes
A_5	774,20	12,80	34,60	50,40	93,40	81,80	105,60	180,80	215,00	47,40
A_8	753,60	13,20	33,40	58,80	91,40	83,60	119,40	175,40	178,40	46,60
Ges.-mitt.	763,90	13,00	34,00	54,60	92,40	82,70	112,50	178,10	196,70	47,00
B_1	890,60	12,00	16,40	53,40	67,60	104,80	98,00	216,80	321,60	28,40
B_2	875,20	13,00	18,80	53,60	70,60	107,40	93,60	207,80	310,40	31,80
B_4	882,50	14,33	17,00	58,17	72,17	101,50	96,00	198,67	323,17	31,33
Ges.-mitt.	882,77	13,11	17,40	55,06	70,12	104,57	95,87	207,76	318,39	30,51
B_5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B_7	763,43	13,00	20,28	51,14	72,00	88,28	91,43	171,86	265,43	33,28
B_8	860,17	10,67	19,50	50,33	69,50	110,50	106,00	209,33	288,50	30,17
Ges.-mitt.	811,80	11,83	19,89	50,73	70,75	99,39	98,71	190,59	276,97	31,72
B_9	810,00	12,00	20,50	54,00	78,50	110,00	95,00	176,00	266,00	32,50
B_{10}	778,75	12,25	17,25	47,75	64,25	96,25	95,00	171,50	274,50	29,50
B_{12}	774,14	13,43	21,57	53,86	72,28	107,71	95,59	178,86	230,71	35,00
Ges.-mitt.	787,63	12,56	19,77	51,87	71,68	104,66	95,19	175,45	257,07	32,33

Die Längenverhältnisse der Halmglieder der 6 gliedrigen Halme I. Ordnung.

Roter Thüringer-Winterweizen.

Gefäss	Mittel der Halmlängen	Länge der Halmglieder I	II	III	IV	V	VI	Länge d. I. + II. Halmgliedes
A_1	769,17	21,67	53,50	82,00	100,17	168,33	343,50	75,17
A_4	736,00	29,67	60,33	69,00	96,00	175,67	305,33	90,00
Gesamtmittel	752,57	25,67	56,90	75,50	98,09	172,00	324,41	82,59

Gefäss	Mittel der Halmlängen	Länge der Halmglieder I	II	III	IV	V	VI	Länge d. I. + II Halmgliedes
A_5	945,80	24,00	58,40	100,40	121,40	224,00	417,60	82,40
A_7	984,33	27,17	59,17	121,17	145,67	231,83	399,33	86,34
A_8	959,86	30,14	69,14	94,00	146,14	197,86	422,57	99,28
Gesamtmittel	963,33	27,10	62,24	105,19	137,74	217,89	413,17	89,34
A_9	965,98	22,25	64,62	95,12	141,87	197,37	444,75	86,87
A_{11}	1009,00	22,83	59,50	118,33	151,00	207,67	449,67	82,33
A_{12}	931,40	24,60	72,00	100,20	129,60	178,60	426,40	96,60
Gesamtmittel	968,79	23,23	65,37	104,55	140,82	194,55	440,27	88,60
B_1	1056,00	28,20	64,40	101,60	141,20	252,20	465,40	92,60
B_2	1060,61	24,62	61,00	122,37	158,00	240,12	454,50	85,62
B_3	1020,17	24,16	61,17	114,67	145,33	231,17	443,67	85,33
Gesamtmittel	1045,59	25,66	62,19	112,88	148,18	241,16	454,52	87,85
B_5	990,00	19,78	63,67	105,11	141,33	208,89	451,22	83,45
B_6	1003,37	23,50	64,75	118,00	147,62	212,75	436,75	88,25
B_7	1004,43	19,43	52,14	101,00	158,29	204,86	468,71	71,57
Gesamtmittel	999,27	20,90	60,19	108,04	149,08	208,83	452,23	81,09
B_9	954,25	23,25	60,25	99,75	132,50	184,50	454,00	83,50
B_{11}	982,99	22,00	52,14	95,43	141,71	209,14	462,57	74,14
B_{12}	955 90	21,27	55,36	92,36	134,45	187,55	464,91	76,63
Gesamtmittel	964,39	22,17	55,92	95,85	136,22	193,73	460,49	78,09
C_2	818,73	26,37	62,12	78,75	100,37	136,00	415,12	88,49
C_3	813,50	30,75	56,25	75,75	99,50	148,25	403,00	87,00
C_4	803,99	23,17	51,33	76,33	88,50	141,33	423,33	74,50
Gesamtmittel	812,07	26,76	56,57	76,94	96,12	141,86	413,82	83,33
C_5	744,27	24,14	52,00	72,71	85,71	133,57	376,14	76,14
C_6	735,73	24,43	53,14	69,43	88,30	130,43	370,00	79,57
Gesamtmittel	739,99	24,28	52,57	71,07	87,00	132,00	373,07	77,85
D_2	690,10	22,75	46,75	75,85	78,50	124,25	342,00	69,50
D_3	718,16	28,67	55,00	74,33	77,50	136,83	345,83	83,67
D_4	735,80	27,20	52,40	68,80	73,60	134,40	379,40	79,60
Gesamtmittel	714,68	24,21	51,38	72,99	76,53	131,83	355,74	77,59

Die Längenverhältnisse der Halmglieder der 5 gliedrigen Halme I. Ordnung.

Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Gefäss	Mittel der Halmlängen	Länge des Halmgliedes I	II	III	IV	V	Länge d. I. + II. Halmgl.
SW_2	779,37	35,63	76,62	102,62	192,50	372,00	112,25
SW_3	780,50	32,30	77,80	103,60	190,90	375,90	110,10
SW_4	777,12	36,25	72,62	97,25	185,62	385,38	108,87
Gesamtmittel	779,00	34,73	75,68	101,16	189,67	377,76	110,41
SW_5	706,99	28,37	77,13	79,63	160,63	361,23	105,50
SW_6	733,00	30,57	74,71	84,29	179,57	363,86	105,28
Gesamtmittel	720,00	29,47	75,92	81,96	170,10	362,54	105,39
SW_9	715,89	33,00	76,29	75,17	159,86	371,57	109,29
SW_{11}	691,99	31,43	70,14	71,14	165,14	354,14	101,57
Gesamtmittel	703,94	32,22	73,21	73,16	162,50	362,85	105,43
SW_{13}	850,22	39,67	79,00	118,11	217,78	395,67	118,67
SW_{14}	832,44	38,89	77,44	115,67	204,22	396,22	116,33
Gesamtmittel	841,43	39,28	78,22	116,89	211,00	395,94	117,50
SW_{17}	774,30	33,40	78,90	108,40	191,30	362,30	112,30
SW_{18}	782,50	29,25	74,25	116,00	200,00	363,00	103,50
SW_2	769,99	34,00	82,33	110,33	179,00	364,33	116,33
Gesamtmittel	775,60	32,22	78,49	111,58	190,10	363,21	110,71
SW_{21}	838,87	25,63	58,87	77,50	199,62	477,25	84,50
SW_{22}	808,60	26,30	59,71	77,29	188,00	457,30	86,01
SW_{23}	804,94	33,43	63,00	71,67	196,67	440,17	96,43
Gesamtmittel	817,47	28,45	60,53	75,49	194,76	458,24	88,98
SW_{26}	805,50	32,00	57,00	70,75	185,00	460,75	89,00
SW_{27}	813,87	26,88	54,87	69,62	194,88	467,62	81,75
Gesamtmittel	809,68	29,44	55,93	70,19	189,94	464,18	8[illegible],37
SW_{29}	724,99	25,00	51,57	68,57	170,14	409,71	76,57
SW_{30}	716,06	29,71	47,78	61,86	172,00	404,71	77,49
Gesamtmittel	720,52	27,35	49,68	65,21	171,07	407,21	77,03

Die Dickenverhältnisse der Halmglieder der 6gliedrigen Halme I. Ordnung.

Goldthorpe-Gerste.

Gefäss	Dicke der Halmglieder in mm					
	I	II	II	IV	V	VI
A_1	1,77	2,06	2,23	2,22	2,39	1,51
A_2	1.73	2,07	2,21	2,30	2,42	1,55
C_3	1,90	2,12	2,26	2,25	2,35	1,41
C_4	1,88	2,05	2,15	2,15	2,27	1,38
Gesamtmittel	1,82	2,07	2,21	2,23	2,36	1,46
C_5	1,86	2,36	2,70	2,96	3,46	2,04
C_8	1,96	2,53	2,82	3,06	3,38	2,34
Gesamtmittel	1.91	2.44	2,76	3,01	3,42	2,19
C_9	1,89	2,51	2,87	3,17	3,40	2,18
C_{11}	1,98	2,53	2,94	3,19	3,35	2,17
C_{12}	1,95	2,51	2,93	3,26	3,47	2,39
Gesamtmittel	1,94	2,51	2,91	3,20	3,40	2,24
D_2	1,71	2,00	2,11	2,13	2,22	1,37
D_3	1,94	2,15	2,30	2,32	2,38	1,41
Gesamtmittel	1,82	2,07	2,21	2,23	2,30	1,39
D_4	1,90	2,13	2,29	2,22	2,65	1,76
D_5	2,03	2,15	2,28	2,35	2,86	1,86
D_6	1,88	2,11	2,28	2,31	2,43	1,62
Gesamtmittel	1,93	2,13	2,28	2,29	2,64	1,74
E_5	2,03	2,18	2,37	2,45	2,55	1,52
E_6	1,97	2,15	2,32	2,40	2,53	1,49
Gesamtmittel	2,00	2,16	2.34	2,42	2,54	1,50

Die Dickenverhältnisse der Halmglieder der 7 gliedrigen Halme I. Ordnung.

Goldthorpe-Gerste.

Gefäss	Dicke der Halmglieder in mm						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
A_1	1,53	1,95	2,15	2,25	2,29	2,42	1,38
A_2	1,56	1,96	2,21	2,27	2,31	2,41	1,67
A_4	1,52	1,92	2,10	2,17	2,22	2,33	1,48
C_2	1,53	1,91	2,14	2,18	2,24	2,33	1,44
C_3	1,60	1,92	2,11	2,18	2,20	2,31	1,32
E_1	1,51	1,96	2,13	2,22	2,28	2,45	1,49
Gesamtmittel	1,54	1 94	2,14	2,21	2,26	2,38	1.46
A_5	2.64	3,20	3,76	3,74	3,83	3,75	2,35
A_7	2,55	3,01	3,71	3,83	3,89	3,77	2,22
A_8	2,61	3,19	3,80	3,79	3,93	3,88	2,19
Gesamtmittel	2,60	3,13	3,75	3,78	3,88	3,80	2,25
A_9	2,30	2,87	3,41	3,63	3,67	3,83	2,44
A_{11}	2,35	2,84	3,43	3,71	3,66	3,76	2,27
A_{12}	2,32	2,84	3,38	3,67	3,68	3,73	2,40
Gesamtmittel	2,32	2,85	3,40	3,67	3,67	3,77	2,37
B_2	2,39	2,83	3,54	3,70	3,78	3,74	2,39
B_3	2,39	2,81	3,51	3,66	3,76	3,68	2,47
Gesamtmittel	2,39	2,82	3,53	3,68	3,77	3,71	2,43
B_6	2,25	2,65	3,23	3,37	3,46	3,61	2,03
B_7	2,42	2,75	3,27	3,58	3,52	3,54	1,99
B_8	2,28	2,74	3,42	3,70	3,66	3,70	2.27
Gesamtmittel	2,31	2,71	3,30	3,55	3,54	3,61	2,09
B_9	2,30	2,77	3,52	3.72	3,80	3,97	2,46
B_{10}	2,38	2,75	3,41	3.57	3,64	3,73	2,24
Gesamtmittel	2,34	2.76	3,47	3,65	3,72	3.85	2,35
C_5	1,43	1,82	2,23	2,43	2,70	3,08	1,62
C_8	1,41	1,84	2,31	2,61	2,85	3,20	1,98
Gesamtmittel	1,42	1,83	2,27	2,52	2,77	3,15	1,80

Gefäss	Dicke der Halmglieder in mm						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
C_{11}	1,53	1,87	2,46	2,74	3,04	3,26	2,17
C_{12}	1,55	1,83	2,47	2,71	3,01	3,31	2,34
Gesamtmittel	1,54	1,85	2,47	2,73	3,03	3,29	2,26
D_1	1,42	1,90	2,11	2,16	2,18	2,29	1,37
D_2	1,62	2,04	2,23	2,33	2,36	2,42	1,54
D_3	1,58	1,87	2,06	2,14	2,16	2,30	1,47
Gesamtmittel	1,51	1,93	2,13	2,21	2,23	2,33	1,46
D_4	1,40	1,83	2,03	2,26	2,16	2,54	1,52
D_5	1,63	1,96	2,04	2,13	2,27	2,59	1,58
D_6	1,47	1,80	1,95	2,03	2,15	2,18	1,42
Gesamtmittel	1,50	1,86	2,00	2,14	2,19	2,43	1,50
E_5	1,61	1,99	2,08	2,17	2,20	2,32	1,54
E_6	1,61	1,92	2,09	2,14	2,17	2,33	1,41
Gesamtmittel	1,61	1,96	2,09	2,15	2,18	2,33	1,48

Die Dickenverhältnisse der Halmglieder der 6gliedrigen Halme I. Ordnung.

Thüringer Winterweizen.

Gefäss	Mittlere Dicke der Halmglieder in mm					
	I	II	III	IV	V	VI
D_3	2,29	2,63	2,73	2,71	2,84	2,29
D_4	2,24	2,60	2,90	2,80	3,09	2,51
Gesamtmittel	2,27	2,62	2,81	2,76	3,02	2,40
A_1	2,91	3,00	3,07	3,08	3,18	2,88
A_2	2,86	2,91	2,86	2,96	3,26	2,74
Gesamtmittel	2,88	2,95	3,01	3,02	3,22	2,81

Gefäss	Mittlere Dicke der Halmglieder in mm					
	I	II	III	IV	V	VI
A_5	3,22	3,48	3,25	3,23	3,39	3,02
A_7	3,28	3,48	3,51	3,49	3,60	2,83
A_8	3,32	3,42	3,52	3,55	3,62	3,22
Gesamtmittel	3,27	3,46	3,43	3,42	3,54	3,02
A_9	2,97	3,29	3,44	3,59	3,60	3,29
A_{11}	2,97	3,21	3,53	3,72	3,78	3,21
Gesamtmittel	2,97	3,25	3,49	3,66	3,69	3,25
B_2	3,26	3,22	3,22	3,36	3,61	3,04
B_3	3,16	3,30	3,22	3,32	3,59	3,10
Gesamtmittel	3,21	3,26	3,22	3,34	3,60	3,07
B_5	3,09	3,44	3,57	3,70	3,76	3,23
B_6	2,95	3,21	3,41	3,54	3,64	3,14
B_7	3,01	3,33	3,42	3,68	3,58	3,11
Gesamtmittel	3,02	3,33	3,47	3,64	3,66	3,13
B_9	3,05	3,27	3,45	3,77	3,61	3,20
B_{11}	2,95	3,31	3,36	3,70	3,63	3,11
B_{12}	2,88	3,24	3,43	3,67	3,59	3,19
Gesamtmittel	2,96	3,27	3,41	3,71	3,61	3,17
C_2	2,33	2,55	2,68	3,05	3,27	2,71
C_3	2,21	2,44	2,78	3,01	3,23	2,67
C_4	2,18	2,56	2,86	3,23	3,38	2,91
Gesamtmittel	2,24	2,52	2,77	3,09	3,29	2,76
C_5	2,32	2,46	2,71	3,03	3,31	2,83
C_6	2,29	2,47	2,79	2,98	3,15	2,73
Gesamtmittel	2,31	2,47	2,75	3,01	3,23	2,78

Die Dickenverhältnisse der Halmglieder der 5 gliedrigen Halme I. Ordnung.

Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Gefässe	Mittlere Dicke der Halmglieder in mm				
	I	II	III	IV	V
SW 2	2,00	2,23	2,54	2,70	2,03
SW 3	1,90	2,16	2,44	2,64	2,10
SW 4	2,03	2,28	2,62	2,85	2,27
Gesamtmittel	1,97	2,22	2,53	2,73	2,13
SW 5	1,89	2,19	2,37	2,86	2,04
SW 6	1,89	2,11	2,36	2,69	2,09
SW 8	1,96	2,23	2,37	2,56	2,02
Gesamtmittel	1,91	2,17	2,37	2,70	2,05
SW 9	1,95	2,28	2,43	2,66	2,18
SW 10	1,98	2,22	2,48	2,63	2,14
SW 11	1,83	2,09	2,29	2,61	2,15
Gesamtmittel	1,92	2,19	2,40	2,63	2,16
SW 13	1,96	2,14	2,50	2,44	1,89
SW 14	1,93	2,18	2,41	2,45	1,95
Gesamtmittel	1,95	2,16	2,46	2,45	1,92
SW 17	1,98	2,08	2,37	2,60	2,05
SW 18	1,77	2,06	2,35	2,55	1,95
SW 20	1,92	2,11	2,39	2,53	2,01
Gesamtmittel	1,89	2,08	2,37	2,56	2,00
SW 21	1,52	1,74	1,88	2,23	1,89
SW 22	1,57	1,80	1,98	2,27	1,91
SW 23	1,63	1,77	1,94	2,25	1,87
Gesamtmittel	1,57	1,77	1,93	2,25	1,89
SW 26	1,53	1,75	1,78	2,11	1,72
SW 27	1,53	1,71	1,87	2,23	1,92
Gesamtmittel	1,53	1,73	1,83	2,17	1,82
SW 29	1,61	1,78	1,91	2,20	1,72
SW 30	1,58	1,75	1,89	2,07	1,73
SW 31	1,69	1,80	1,96	2,06	1,60
Gesamtmittel	1,63	1,78	1,92	2,11	1,68

Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände.

Roter Thüringer Winterweizen.

Gefäss A_2. Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNo_3$ nach dem Auflaufen. Aussaat 7. Oktober 1907. Ernte 28. Juli 1908.

1. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,25	2,10	7,80	10,15
0,25	1,90	8,30	10,45
0,25	2,00	8,00	10,25
0,25	2,40	8,10	10,55
0,30	3,10	9,30	12,70
0,25	2,80	8,30	11,35
0,30	2,40	7,90	10,60
0,30	2,20	9,00	11,50
0,25	2,40	9,20	11,85
0,30	2,30	8,40	11,00
0,27	2,36	8,43	11,06

5. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,20	1,20	4,70	6,10
0,20	1,80	4,30	6,30
0,15	1,90	4,00	6,05
0,20	1,40	4,20	5,80
0,20	1,70	3,80	5,70
0,20	1,60	4,00	5,80
0,15	0,80	5,00	5,95
0,15	0,90	4,60	5,65
0,15	1,10	5,00	6,25
0,15	1,30	4,00	5,45
0,17	1,37	4,36	5,90

Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände. Roter Thüringer Winterweizen.

Gefäss A_6. Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ nach dem Auflaufen (17. Oktober) und 1,86625 gr $NaNO_3$ nach Bestockung (18. April 1908). Aussaat 7. Oktober 1907. Ernte 28. Juli 1908.

1. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,20	1,60	6,70	8,50
0,20	1,30	7,00	8,50
0,20	1,80	9,60	11,60
0,20	1,60	9,70	11,50
0,25	2,00	9,50	11,75
0,25	2,00	9,80	12,05
0,25	2,10	9,50	11,85
0,25	1,80	8,40	10,45
0,20	1,90	9,50	11,60
0,25	1,70	9,40	11,35
0,22	1,78	8,91	10,91

5. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,10	1,00	5,00	6,10
0,10	0,90	5,00	6,00
0,10	0,80	4,90	5,80
0,10	1,00	4,80	5,90
0,10	0,90	5,40	6,40
0,10	1,20	5,20	6,50
0,10	0,90	6,00	7,00
0,10	1,00	5,10	6,20
0,10	0,90	6,00	7,00
0,10	0,80	5,20	6,10
0,10	0,94	5,26	6,30

Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände. Roter Thüringer Winterweizen.

Gefäss $A_{1,0}$. Gedüngt mit 1,2441 gr $NaNO_3$ nach dem Auflaufen (17. Okt.), 1,2441 gr $NaNO_3$ nach Bestockung im Frühjahr (18. April) u. 1,2441 gr $NaNO_3$ während des Schossens (20. Mai). Aussaat 7. Okt. 1907. Ernte 24. Juli 1908.

1. Internodium.

Epidermis	äuss. Parenchym	Sklerenchym	Inn. Parenchym	Wandstärke
0,25	1,00	1,00	8,00	10,25
0,25	0,80	1,40	8,60	11,05
0,25	0,60	1,30	8,20	10,35
0,25	0,50	1,20	8,50	10,45
0,20	1,00	1,30	8,20	10,70
0,25	0,60	1,40	9,00	11,25
0,20	0,80	1,80	9,30	12,10
0,20	1,00	1,00	8,60	10,80
0,25	1,00	1,90	8,30	11,45
0,25	0,50	1,60	9,00	11,35
0,23	0,78	1,39	8,57	10,97

5. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,10	1,30	4,00	5,40
0,10	0,90	4,20	5,20
0,10	0,70	4,60	5,40
0,10	0,90	4,00	5,00
0,10	1,00	5,00	6,10
0,10	1,00	5,00	6,10
0,10	1,10	4,00	5,20
0,10	0,90	4,20	5,20
0,10	0,90	5,00	6,00
0,10	1,00	5,00	6,10
0,10	0,97	4,50	5,57

Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände. Roter Thüringer Winterweizen.

Gefäss B_4. Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ nach Bestockung im Frühjahr (18. April).
Aussaat 7. Oktober 1907. Ernte 24. Juli 1908.

1. Internodium.

Epidermis	äuss. Parenchym	Sklerenchym	Inn. Parenchym	Wandstärke
0,20	0,70	1,10	10,20	12,20
0,20	1,00	0,80	10,30	12,30
0,20	0,90	1,30	10,00	12,40
0,25	0,50	1,40	10,40	12,55
0,20	0,40	1,30	9,80	11,70
0,25	0,80	1,20	9,30	11,55
0,20	0,80	1,80	8,90	11,70
0,20	0,80	1,20	8,00	10,20
0,25	1,00	1,20	9,30	11,75
0,25	0,40	1,40	9,60	11,65
0,22	0,73	1,27	9,58	11,80

5. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,10	1,00	4,50	5,60
0,10	1,00	5,40	6,50
0,10	1,30	5,30	6,70
0,15	0,70	5,00	5,85
0,15	1,00	5,00	6,15
0,10	0,80	5,30	6,20
0,10	1,10	4,80	6,00
0,10	0,80	4,80	5,70
0,10	0,90	4,90	5,90
0,10	0,80	6,00	6,90
0,11	0,94	5,10	6,15

Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände.

Roter Thüringer Winterweizen.

Gefäss B_8. Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ nach Bestockung im Frühjahr (18. April) und 1,86625 gr $NaNO_3$ während des Schossens (20. Mai). Aussaat 7. Oktober 1907. Ernte 24. Juli 1908.

1. Internodium.

Epidermis	äuss. Parenchym	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,20	—	1,60	10,40	12,20
0,25	—	2,00	11,00	13,25
0,25	—	1,50	11,40	13.15
0,25	—	1,50	10,30	12,05
0,25	—	1,80	10,30	12,35
0,20	1,00	1,60	10,00	12,80
0,20	1,10	1,50	10,30	13,10
0,25	1,00	1,70	10,80	13,75
0,25	0.30	1,50	9,40	11,45
0,25	0,60	1,30	10,80	12,95
0,24	—	1,68	10,68	12,60
0,23	0,80	1,52	10,26	12,81

5. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,10	1,00	5,40	6,50
0,10	1,00	6,00	7,10
0,10	1,10	5,10	6,30
0,10	0,70	4,00	4,80
0,10	1,10	4,90	6,10
0,10	0,80	4,20	5,10
0,10	0,70	4,30	5,10
0,10	1,20	4,80	6,10
0,10	1,10	5,00	6,20
0,10	0,80	4,50	5,40
0,10	0,95	4,82	5,87

Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände.

Roter Thüringer Winterweizen.

Gefäss B_{10}. Gedüngt mit 1,2441 gr $NaNO_3$ nach Bestockung im Frühjahr (18. April), 1,2441 gr $NaNO_3$ während des Schossens (20. Mai) und 1,2441 gr $NaNO_3$ zur Zeit der Blüte. Aussaat 7. Okt. 1907. Ernte 24. Juli 1908.

1. Internodium.

Epidermis	äuss. Parenchym	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,20	—	1,90	9,10	11,20
0,25	—	1,80	9,50	11,55
0,25	—	1,80	9,80	11,85
0,25	—	2,00	10,90	13,15
0,25	—	1,70	9,80	11,75
0,25	0,50	1,60	11,00	13,35
0,20	0,40	1,20	11,40	13,20
0,25	0,70	1,40	10,60	12,95
0,25	0,50	1,50	10,60	12,85
0,20	0,30	1,30	12,00	13,80
0,24	—	1,84	9,82	11,90
0,23	0,48	1,40	11,12	13,23

5. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,10	0,90	5,00	6,00
0,10	0,90	3,60	4,60
0,10	0,70	4,30	5,10
0,10	0,50	4,50	5,10
0,10	0,60	5,00	5,70
0,10	1,00	4,00	5,10
0,10	0,50	6,00	6,60
0,10	0,70	4,70	5,50
0,10	0,30	5,00	5,40
0,10	0,80	5,00	5,90
0,10	0,69	4,71	5,50

Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände. Roter Thüringer Winterweizen.

Gefäss C_1. Gedüngt mit 3,7325 gr $NaNO_3$ beim Beginn des Schossens (20. Mai). Aussaat 7. Oktober 1907. Ernte 24. Juli 1908.

1. Internodium.

Epidermis	äuss. Parenchym	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,20	—	1,70	8,00	9,90
0,20	—	1,60	8,50	10,30
0,20	—	1,80	8,30	10,30
0,20	—	1,10	8,70	10,00
0,20	—	1,80	7,80	9,80
0,20	—	1,30	7,20	8,70
0,20	—	1,60	7,00	8,80
0,20	0,80	1,30	9,00	11,30
0,20	0,30	1,40	8,80	10,70
0,20	0,50	1,30	9,00	11,00
0,20	—	1,56	7,93	9,69
0,20	0,53	1,33	8,93	10,99

5. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,10	0,40	5,00	5,50
0,10	0,50	6,00	6,60
0,10	0,60	4,30	5,00
0,10	0,60	4,40	5,10
0,10	0,80	5,20	6,10
0,10	0,50	4,50	5,10
0,10	0,80	4,00	4,90
0,10	0,90	4,30	5,30
0,10	0,80	4,30	5,20
0,10	0,50	5,00	5,60
0,10	0,64	4,70	5,44

Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände. Roter Thüringer Winterweizen.

Gefäss C_7. Gedüngt mit 1,86625 gr $NaNO_3$ bei Beginn des Schossens (20. Mai) und 1,86625 gr $NaNO_3$ während der Blüte (15. Juni). Aussaat 7. Oktober 1907. Ernte 24. Juli 1908.

1. Internodium.

Epidermis	äuss. Parenchym	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,20	—	2,00	10,00	12,20
0,20	—	1,60	9,80	11,60
0,20	—	1,40	9,20	10,80
0,20	—	1,20	10,10	11,50
0,20	—	1,40	9,00	10,60
0,20	0,60	1,50	10,60	12,90
0,20	0,80	1,00	12,00	14,00
0,20	0,80	2,00	10,50	13,50
0,20	1,00	1,00	12,00	14,20
0,20	0,80	1,20	12,50	14,70
0,20	—	1,52	9,62	11,34
0,29	0,80	1,34	11,52	13,86

5. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,10	1,00	5,50	6,60
0,10	1,40	4,60	6,10
0,10	0,80	6,00	6,90
0,10	1,00	5,80	6,90
0,10	0,70	4,30	5,10
0,10	0,80	5,00	5,90
0,10	0,80	6,00	6,90
0,10	0,60	5,20	5,90
0,10	0,90	5,30	6,30
0,10	0,70	5,30	6,10
0,10	0,87	5,30	6,27

Einfluss der verschiedenzeitigen Salpeterdüngung auf den anatomischen Bau der Halmwände.

Roter Thüringer Winterweizen.

Gefäss D_1. Ungedüngt. Aussaat 7. Oktober 1907. Ernte 24. Juli 1908.

1. Internodium.

Epidermis	äuss. Parenchym	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,25	—	1,40	6,60	8,25
0,20	—	1,30	8,40	9,90
0,25	—	1,40	7,60	9,25
0,20	—	1,00	9,00	10,20
0,20	—	1,30	9,30	10,80
0,20	—	1,60	8,50	10,30
0,30	0,70	1,50	7,50	10,00
0,20	1,00	1,30	7,80	10,30
0,30	0,90	1,10	5,10	7,40
0,20	0,70	1,10	8,60	10,60
0.21	—	1,33	8,23	9,78
0,25	0,82	1,25	7,25	9,57

5. Internodium.

Epidermis	Sklerenchym	inn. Parenchym	Wandstärke
0,10	0,70	4,10	4,90
0,10	0,65	4,00	4,75
0.10	0,80	3,80	4,70
0,10	0.90	4,00	5,00
0,10	0,80	3,40	4,30
0,15	1,00	4,30	5,45
0.15	1,00	4,00	5,15
0,10	0,50	4,80	5,40
0,10	1,00	4,10	5,20
0,10	0,70	4,30	5,10
0,11	0,80	4,08	4,99

Roter Thüringer-Winterweizen.

Zusammenstellung der Aehrenlängen, Aehrchenzahl und Aehrchendichten der Halme I. Ordnung.

Gefäss	Mittlere Aehrenlänge	Zahl der Aehrchen	Zahl der Körner	D	d
A_1	91,0	21	34	23,1	37,4
A_3	116,3	23	62	19,8	53,3
A_4	94.0	22	42	23,4	44,7
Mittel	100,6	22	46	22,1	45,1
A_5	99,5	24	40	24,1	40,2
A_7	98,0	25	39	25,5	39,8
A_8	101,0	23	48	22,8	47,5
Mittel	99,5	24	42	24,1	42,5
A_9	106,3	23	48	21,6	45,2
A_{11}	99,7	23	41	23,1	41,1
A_{12}	96,1	21	40	21,9	41,6
Mittel	100,7	22	43	22,0	42,6
B_1	94,6	22	41	23,3	43,3
B_2	96,2	22	39	22,9	40,5
B_3	92,3	20	39	21,7	42,3
Mittel	94,3	21	39	22,6	42,0
B_5	98,1	21	44	21,4	44,9
B_6	93,6	18	40	19,2	42,7
B_7	99,7	19	42	19,1	42,1
Mittel	97,1	19	42	19,8	43,2
B_9	95,4	21	45	22,0	47,2
B_{11}	102,7	19	46	18,5	44,8
B_{12}	101,5	20	46	19,7	45,3
Mittel	99,8	20	45	20,0	45,7
C_2	94,9	17	34	17,1	35,7
C_3	92,0	16	36	18,5	39,1
C_4	86,0	16	37	18,6	43,0
Mittel	90,9	16	35	18,0	39,2
C_5	93,9	17	45	18,1	47,9
C_6	82 5	16	33	19,4	40.0
Mittel	82,2	16	39	18.7	43.9
D_2	51,5	14	15	27,2	29,1
D_3	56,6	14	19	24,7	33,6
D_1	68,2	16	26	23.5	38,1
Mittel	58,7	14	20	22,1	33,6

Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Zusammenstellung der Aehrenlängen, Aehrchenzahl und Aehrchendichten.

Gefäss	Mittlere Aehrenl. in mm	Zahl der Aehrchen	Zahl der Körner	D	d
SW 2	84.50	15,5	22,2	18,34	26,27
SW 3	80,88	14,9	20,1	18,42	24,85
SW 4	82,50	15,4	23,5	18,67	28,49
Mittel	82,63	15,3	21,9	18,48	26,54
SW 5	86,92	15,3	20,5	17,60	23,58
SW 6	86,61	15,5	23,1	17,90	26,61
SW 8	84,92	15,4	20,4	18,14	24,03
Mittel	86,15	15,4	21,3	17,88	24,74
SW 9	72,40	14,6	18,3	20,16	25,28
SW 10	82,50	15,0	20,7	18,18	25,09
SW 11	76,92	13,9	16,0	18,07	20,80
Mittel	77,27	14,5	18,67	18,80	23,72
SW 13	72,80	14,2	17,0	19,51	23,55
SW 14	80,22	14,8	18,3	18,45	22,81
SW 15	79,75	15,2	19,7	19,06	24,14
Mittel	77,59	14,7	18,3	19,01	23,50
SW 17	84,26	15,5	20,8	18,40	24,68
SW 18	79,23	14,5	18,9	18,30	23,86
SW 20	80,76	15,3	21,5	18,94	26,62
Mittel	81,42	15,1	20,4	18,55	25,05
SW 21	56,75	12,4	11,1	21,80	19,56
SW 22	60,13	13,3	12,6	22,12	20,95
SW 23	61,95	13,1	16,0	21,16	25,83
Mittel	59,61	12,9	13,2	21,69	22,11
SW 25	55,71	12,3	11,9	22,08	21,36
SW 26	56,96	12,8	12,0	22,47	21,07
SW 27	56,89	13,1	12,3	23,03	21,62
Mittel	56,52	12,7	12,1	22,53	21,35
SW 29	57,08	12,5	10,8	21,90	18,92
SW 30	59,00	13,1	14,2	22,20	24,07
SW 31	55,11	12,8	9,3	23,23	16,88
Mittel	57,06	12,8	11,4	22,44	19,96

Goldthorpe-Gerste.

Zusammenstellung der Grössen- und Gewichtsverhältnisse der Körner.

Gefäss	Zahl d. vollk. Körner	Körner kleiner $2^3/_8$ mm	Körner kleiner $2^4/_8$ mm	Körner grösser $2^4/_8$ mm	Gew. d. vollk. Körner gr	Gew. d. Körner kleiner $2^3/_8$ mm	Gew. d. Körner kleiner $2^4/_8$ mm	Gew. d. Körner grösser $2^4/_8$ mm
A_1	151	96	18	36	5,139	2,782	0,653	1,704
A_2	159	77	38	43	5,675	2,357	1,373	1,945
A_4	144	93	34	16	4,647	2,720	1,223	0,704
Summe	454	266	90	95	15,461	7,859	3,249	4,353
A_5	352	26	40	286	16,183	0,780	1,550	13,853
A_7	351	130	119	102	13,673	4,103	4,668	4,902
A_8	400	84	68	248	17,347	2,564	2,594	12,189
Summe	1103	240	227	636	47,203	7,447	8,802	30,944
A_9	312	8	18	286	15,562	0,228	0,701	14,633
A_{11}	399	114	69	216	16,694	3,229	2,687	10,778
A_{12}	401	82	55	264	17,645	2,584	2,238	12,823
Summe	1112	204	142	766	49,901	6,041	5,626	38,234
B_1	349	30	35	284	16,142	0,863	1,327	13,952
B_2	297	12	29	256	13,802	0,377	1,099	12,326
B_3	341	17	11	313	16,319	0,524	0,423	15,372
Summe	987	59	75	853	46,263	1,764	2,849	41,650
B_5	222	92	55	75	8,334	2,792	2,120	3,422
B_7	281	119	79	83	10,766	3,832	3,100	3,834
B_8	358	29	26	303	17,699	0,952	0,950	15,797
Summe	861	240	160	461	36,799	7,576	6,170	23,053
B_9	297	25	9	263	15,101	0,697	0,314	14,090
B_{10}	266	11	12	243	12,655	0,287	0,419	11,949
B_{12}	307	14	21	272	14,501	0,439	0,806	13,256
Summe	870	50	42	778	42,257	1,423	1,539	39,295

Gefäss	Zahl d. vollk. Körner	Körner kleiner $2^3/_8$ mm	Körner kleiner $2^4/_8$ mm	Körner grösser $2^4/_8$ mm	Gew. d. vollk. Körner gr	Gew. d. Körner kleiner $2^3/_8$ mm	Gew. d. Körner kleiner $2^4/_8$ mm	Gew. d Körner grösser $2^4/_8$ mm
C_1	151	108	15	28	4,832	2,955	0,541	1,336
C_2	163	112	24	27	5,425	3,182	0,837	1,406
C_3	155	89	20	46	5,446	2,674	0,736	2,036
C_4	145	106	14	25	4,645	3,056	0,489	1,100
Summe	614	415	73	126	20,348	11,867	2,603	5,878
C_5	324	156	52	116	10,858	3,938	1,916	5,004
C_8	374	142	26	206	13,598	3,000	0.950	9,648
Summe	698	298	78	322	24.456	6,938	2,866	14.652
C_9	360	118	35	207	13,998	2,874	1,422	9,702
C_{11}	369	130	21	218	15,299	3,370	0,769	11,160
C_{12}	398	132	21	245	15,749	3,086	0,818	11,845
Summe	1127	380	77	670	45,046	9,330	3.009	32.707
D_1	141	54	36	51	5,257	1,643	1,294	2,320
D_2	125	36	11	68	5,205	1,052	0,393	3,760
D_8	148	47	14	87	5,924	1,432	0,519	3,973
Summe	414	137	61	206	16.386	4,127	2.206	10,053
D_4	60	2	5	53	2,569	0,048	0,150	2,371
D_5	70	6	4	60	2,857	0,162	0,130	2,564
D_6	88	3	3	82	3,802	0,075	0,103	3,624
Summe	218	11	12	195	9,229	0,286	0,383	8,559
E_1	135	69	18	48	4,953	2,025	0,674	2,254
E_2	76	41	7	28	2,537	1,083	0,250	1,204
E_3	148	79	29	40	5,257	2,267	1,050	1,940
Summe	359	189	54	116	12.747	5,375	1.974	5,398
E_4	40	10	6	24	1,427	0,220	0,174	1,033
E_5	111	8	12	91	4,640	0,208	0,432	4,000
E_6	78	9	4	65	3,180	0,223	0,132	2,825
Summe	229	27	22	180	9,247	0,651	0,758	7,858

Roter Thüringer Winterweizen.

Zusammenstellung der Grössen- und Gewichtsverhältnisse der Körner.

Gefäss	Zahl d. vollk. Körner	Körner kleiner $26/8$ mm	Körner kleiner $27/8$ mm	Körner grösser $27/8$ mm	Gew. d. vollk. Körner gr	Gew. d. Körner kleiner $26/8$ mm	Gew. d. Körner kleiner $27/8$ mm	Gew. d. Körner grösser $27/8$ mm
A_1	456	42	99	313	22,032	1,311	4,009	16,712
A_3	456	65	70	321	23,847	2,112	3,023	18,712
A_4	553	104	115	334	26,703	3,448	4,954	18,301
Summe	1465	211	284	968	72,582	6,871	11,986	53,725
A_5	565	178	117	270	24,381	4,276	5,397	14,708
A_7	425	48	54	323	21,818	1,407	2,198	18,213
A_8	587	77	73	437	29,019	2,370	2,958	23,691
Summe	1577	303	244	1030	75,218	8,053	10,553	56,612
A_9	697	85	111	501	36,428	3,041	4,978	28,409
A_{11}	503	42	47	414	29,302	1,426	4,442	23,434
A_{12}	641	127	117	397	30,824	4,183	5,243	22,398
Summe	1841	254	275	1312	96,554	8,650	14,663	73,241
B_1	527	67	72	388	26,868	2,258	3,104	21,506
B_2	542	38	59	445	28,577	1,285	2,448	24,844
B_3	517	62	67	388	26,731	2,157	2,900	21,674
Summe	1586	167	198	1221	82,176	5,700	8,452	68,027
B_5	599	73	55	471	32,951	2,538	2,516	27,897
B_6	480	23	48	409	26,686	0,755	2,141	23,790
B_7	603	52	95	456	32,380	1,632	4,285	26,463
Summe	1682	148	198	1336	92,017	4,925	8,942	78,150
B_9	574	84	67	423	30,197	2,870	2,921	24,406
B_{11}	625	144	87	394	32,963	5,077	3,955	23,931
B_{12}	675	107	75	493	35,511	3,597	3,361	28,553
Summe	1874	335	229	1310	98,671	11,544	10,237	76,890

Gefäss	Zahl d. vollk. Körner	Körner kleiner $2^6/_8$ mm	Körner kleiner $2^7/_8$ mm	Körner grösser $2^7/_8$ mm	Gew. d. vollk. Körner gr	Gew. d. Körner kleiner $2^6/_8$ mm	Gew d. Körner kleiner $2^7/_8$ mm	Gew. d. Körner grösser $2^7/_8$ mm
C_2	485	65	103	317	25,122	2,285	4,901	17,936
C_3	547	114	122	311	27,969	4,368	5,854	17,747
C_4	556	165	169	222	25,126	5,753	7,703	11,670
Summe	1588	344	394	850	78,217	12,406	18,458	47,353
C_5	579	222	158	199	27,586	8,275	7,508	11,803
C_6	497	125	135	237	23,029	4,451	5,963	12,615
Summe	1076	347	293	436	50,615	12,726	13,471	24,418
D_2	173	23	24	126	7,847	0,624	0,802	6,421
D_3	201	29	27	145	9,724	0,827	1,157	7,740
D_4	282	35	45	202	14,169	1,110	2,001	11,058
Summe	656	87	96	473	31,740	2,561	3,960	25,219

Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Zusammenstellung der Grössen- und Gewichtsverhältnisse der Körner.

Gefäss	Zahl d. vollk. Körner	Zahl d. Körner kleiner $2^5/_4$ mm	Zahl d. Körner kleiner $2^6/_8$ mm	Zahl d. Körner grösser $2^6/_8$ mm	Gew. d. vollk. Körner in gr	Gew.d. Körner kleiner $2^5/_4$ mm	Gew.d. Körner kleiner $2^6/_8$ mm	Gew.d. Körner grösser $2^6/_8$ mm
SW_{1-4}	657	150	78	429	28,126	4,237	2,906	20,983
SW_{5-8}	818	218	90	510	33,514	6,179	3,106	24,229
SW_{9-12}	868	333	97	438	32,321	8,862	3,439	20,020
SW_{13-16}	741	89	58	594	33,319	2,573	2,100	28,646
SW_{17-20}	889	119	85	685	39,275	3,155	2,976	33,126
SW_{21-24}	482	12	10	460	25,281	0,446	0,469	24,366
SW_{25-28}	491	29	16	446	25,596	0,879	0,529	24,188
SW_{29-31}	342	58	28	256	14,321	1,747	1,035	11,539

Goldthorpe-Gerste.

Zusammenstellung der Tausendkorngewichte.

Gefäss	Tausendkorngewicht d. ausgeb. Körner gr	Tausendkorngewicht d. K kl. $2^3/_3$ mm gr	Tausendkorngewicht d. K. kl $2^4/_3$ mm gr	Tausendkorngewicht d. K. grösser $2^4/_3$ mm gr
A_1	34,033	28,979	36,277	47,333
A_2	35,691	30,610	36,131	45,232
A_4	32,271	29,247	35,979	44,000
Mittel	33,998	29,612	36,129	45,521
A_5	45,975	30,000	38,750	48,437
A_7	38,956	31,561	39,226	48,058
A_8	43,367	30,524	38,147	49,149
Mittel	42,766	30,695	38,707	48,548
A^0	49,994	28,500	38,944	51,164
A_{11}	41,840	28,324	38,942	49,898
A_{12}	44,003	31,512	40,691	48,572
Mittel	45,279	29,445	39,525	49,878
B_1	46,251	28,766	37,914	49,126
B_2	46,471	31,416	37,896	48,148
B_3	47,856	30,823	38,454	49,112
Mittel	46,859	30,335	38,088	48,795
B_5	37,540	30,348	38,545	45,626
B_7	38,313	32,202	39,240	46,192
B_8	49,438	32,827	36,538	52,135
Mittel	41,763	31,792	38,107	47,984
B_9	50,845	27,880	34,888	53,574
B_{10}	47,566	26,090	34,916	49,172
B_{12}	47,234	31,357	38,381	48,735
Mittel	48,548	28,442	36,061	50,493

Gefäss	Tausendkorngewicht d. ausgeb. Körner gr	Tausendkorngewicht d. K kl. $2^6/_8$ mm gr	Tausendkorngewicht d. K. kl. $2^7/_8$ mm gr	Tausendkorngewicht d. K. grösser $2^7/_8$ mm gr
C_1	32,000	27,361	36,066	47,714
C_2	33,282	28,232	34,875	52,074
C_3	35,135	30,045	36,800	44,261
C_4	32,034	28,830	34,915	44,000
Mittel	33,112	28,617	35,664	47,012
C_5	33,512	25,243	36,846	43,138
C_8	36,359	21,126	36,538	46,835
Mittel	34,935	23,184	36,692	44,986
C_9	38,884	24,365	40,628	46,869
C_{10}	41,460	25,923	36,619	51,192
C_{12}	39,570	25,651	38,954	48,346
Mittel	39,971	25,310	38,733	48,802
D_1	37,284	30,426	35,944	45,490
D_2	41,640	29,222	35,727	55,294
D_8	40,027	30,468	39,071	45,666
Mittel	39,630	30,038	36,247	48,816
D_4	42.784	25,000	30,000	44,660
D_5	40,814	27,166	32,500	42,733
D_6	43,205	25,000	34,333	44,195
Mittel	42,267	25,722	32,277	43,862
E_1	36,589	29,342	37,444	46,958
E_2	33,382	26,414	35,714	43,000
E_3	35,521	28,696	36,207	48,500
Mittel	35,164	28,150	36,455	46,152
E_4	35,675	22,000	29,000	43,041
E_5	41,802	26,000	36,000	43,956
E_6	40,770	24,777	33,000	43,461
Mittel	39,415	24,259	32,666	43,486

Roter Thüringer Winterweizen.
Zusammenstellung der Tausendkorngewichte.

Gefäss	Tausendkorngewicht d. ausgeb. Körner gr	Tausendkorngewicht d. K. kl. $2^5/_8$ mm gr	Tausendkorngewicht d. K. kl. $2^6/_8$ mm gr	Tausendkorngewicht d. K. grösser $2^6/_8$ mm gr
A_1	48,316	31,214	40,495	53,074
A_3	52,297	32,492	43,186	58,293
A_4	48,287	33,155	43,078	54,793
Mittel	49.633	32,287	42,253	55,387
A_5	43,152	24,023	46,128	54,474
A_7	51,336	29,312	40,705	56,387
A_8	49.437	30,780	40,520	54,214
Mittel	49.975	28,038	42,451	55,025
A_9	52,265	35,777	44,847	56,705
A_{11}	52,988	33,952	45,762	56,604
A_{13}	48,088	32,938	44,812	53,899
Mittel	51,114	34,222	45,140	55,736
B_1	50,983	33,701	43,111	55,429
B_2	52,725	33,816	41,492	55,829
B_3	51,705	34,791	43,284	55,861
Mittel	51,471	34,103	42,629	55,706
B_5	55,010	34,767	45,746	59,230
B_6	55.597	32,826	44,605	58,166
B_7	53.699	31,385	45,106	58,034
Mittel	54.769	32,993	45,152	58,473
B_9	52,610	34,167	43,597	57,698
B_{11}	52,741	35,257	45,460	60,739
B_{12}	52,609	33,619	44,814	57,918
Mittel	52,653	34,347	44,624	58,785
C_2	51,798	35,153	47,582	56,580
C_3	51,131	38,316	47,983	57,065
C_4	45,191	34.867	45,580	52,568
Mittel	49,373	36,112	47,048	55,404
C_5	47,644	37,275	46,518	59,311
C_6	46,335	35,608	44,170	53,228
Mittel	46,989	36,294	45,844	56,269
D_2	45,358	27,130	34,167	50,960
D_3	48,377	28,517	42,852	53,379
D_4	50.244	31,714	44,467	54,744
Mittel	47,993	29,120	40,495	53,028

Goldthorpe-Gerste.

Zusammenstellung der Daten über den Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Mehlkörperstruktur der Körner.

No. der Gefässe	Zahl der unters. Körner	Glasige Körner	Mehlige Körner	Uebergeh. Körner	Glasige Körner	Mehlige Körner	Uebergeh. Körner
					%	%	%
$A_1+A_2+A_4$	150	31	54	65	20,7	36	43,3
$A_5+A_7+A_8$	400	312	12	76	78,0	3,0	19,0
$A_9+A_{11}+A_{12}$	400	333	10	57	83,2	2,5	14,3
$B_1+B_2+B_3$	400	288	34	78	72,0	8,5	19,5
$B_5+B_7+B_8$	400	335	16	49	83,7	4,0	12,3
$B_9+B_{10}+B_{12}$	400	316	22	62	79,0	5,5	15,5
$C_1+C_2+C_3+C_4$	400	137	150	113	34,2	37,5	20,8
C_5+C_8	400	270	58	72	67,5	14,5	18,0
$C_9+C_{11}+C_{12}$	400	233	62	105	58,2	15,5	26,3
$D_1+D_2+D_3$	300	150	61	89	50,0	20,3	29,7
$D_4+D_5+D_6$	100	57	15	28	57,0	15,0	28,0
$E_1+E_2+E_3$	250	57	120	73	22,8	48,0	29,2
$E_4+E_5+E_6$	130	63	22	45	48,4	17,0	34,6

Roter Thüringer Winterweizen.

Zusammenstellung der Daten über den Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Mehlkörperstruktur der Körner.

No. der Gefässe	Zahl der unters. Körner	Glasige Körner	Uebergeh. Körner	Mehlige Körner	Glasige Körner	Uebergeh. Körner	Mehlige Körner
					%	%	%
$A_1+A_3+A_4$	500	17	61	422	3,4	12,2	84,4
$A_5+A_7+A_8$	500	19	70	411	3,8	14,0	82,2
$A_9+A_{11}+A_{12}$	550	97	128	275	19,4	25,6	55,0
$B_1+B_2+B_3$	500	17	86	397	3,4	17,2	79,4
$B_5+B_6+B_7$	500	21	129	350	4,2	25,8	70,0
$B_{10}+B_{11}+B_{12}$	500	127	154	219	25,4	30,8	43,8
$C_2+C_3+C_4$	500	215	161	124	43,0	32,2	24,8
C_5+C_6	500	334	130	36	66,8	26,0	7,2
$D_2+D_3+D_4$	500	29	66	405	5,8	13,2	81,0

Strubes Sommer-Grannen-Weizen.

Zusammenstellung der Daten über den Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Mehlkörperstruktur der Körner.

Gefäss	Glasige Körner	Mehlige Körner	Ueberg. Körner	Glasige Körner	Mehlige Körner	Ueberg. Körner
				%	%	%
SW_{1-4}	102	28	70	51,0	14,0	35,0
SW_{5-8}	110	28	62	55,0	14,0	31,0
SW_{9-12}	77	61	62	38,5	30,5	31,0
SW_{13-16}	124	23	53	62,0	11,5	26,5
SW_{17-20}	94	30	76	47,0	15,0	38,0
SW_{21-24}	141	15	44	70,5	7,5	22,0
SW_{25-28}	118	18	64	59,0	9,0	32,0
SW_{29-31}	37	111	52	18,5	55,5	26,0